



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**“USO DE TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN DE
PLÁTANO VERDE (*Musa x paradisiaca*), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y
EMPACADO AL VACÍO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: TRABAJOS EXPERIMENTALES**

**Tesis previo a la obtención del título de
INGENIERO EN INDUSTRIAS PECUARIAS**

**AUTOR:
EDGAR FERNANDO BAJAÑA ZAMBRANO**

**RIOBAMBA – ECUADOR
2017**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

Ing. Iván Flores Mancheno. PhD.

PRESIDENTE DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dr. MC: Georgina Hipatia Moreno Andrade

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.

Ing. MC. Fredy Patricio Erazo Rodríguez.

ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

Riobamba, 9 de Noviembre del 2017.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edgar Fernando Bajaanía Zambrano, con C.I. 230007793-6, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Edgar Fernando Bajaanía Zambrano

C.I. 230007793-6

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Fotografías	ix
Lista de Fotografías	x
Lista de Anexos	xi
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. HISTORIA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE ALIMENTOS	3
1. <u>Evolución</u>	3
2. <u>Producción</u>	4
B. TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA INDUSTRIALIZAR LOS ALIMENTOS	4
1. <u>Tratamiento químico</u>	4
2. <u>Tratamientos con radiaciones</u>	5
3. <u>Almacenamiento</u>	6
4. <u>Clasificación por gamas</u>	6
a. I Gama	6
b. II Gama	7
C. III Gama	8
d. VI Gama	8
e. V Gama	9
C. ALIMENTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS	10
1. <u>Propósito</u>	11
2. <u>Efectos</u>	11
3. <u>Beneficios</u>	11
4. <u>Tecnología empleada</u>	12
5. <u>Atmosfera controlada</u>	12
6. <u>Envasado al vacío</u>	12
7. <u>Origen</u>	13
8. <u>Características</u>	13
9. <u>Uso</u>	14

10.	<u>Beneficios e importancia</u>	14
a.	Nutricionales	14
b.	<u>Económicos</u>	15
11.	<u>Importancia</u>	15
a.	<u>Ventajas</u>	15
b.	Desventajas	16
12.	<u>Aditivos utilizados y estabilidad microbiológica</u>	16
13.	<u>Mercados y exportaciones</u>	17
D.	PLÁTANO VERDE (musa x paradisiaca)	18
1.	<u>Generalidades</u>	18
2.	<u>Clasificación taxonómica.</u>	19
3.	<u>Características de la fruta</u>	19
4.	<u>Composición química del plátano</u>	20
5.	<u>Valor nutricional de la fruta</u>	21
6.	<u>Variedades</u>	22
a.	Dominico	23
b.	Maqueño	23
c.	Barraganete	23
7.	<u>Cosecha y Post cosecha</u>	24
E.	DETERIORO DEL PLÁTANO	25
1.	<u>Deterioro Físico – Químico</u>	25
2.	<u>Cambios en la maduración</u>	26
a.	Ablandamiento	26
b.	Degradación del almidón	26
c.	Pigmentos	26
d.	El sabor	27
e.	Aroma	27
f.	Carnosidad	27
g.	Patológicos	28
3.	<u>Alteración en los productos vegetales</u>	28
a.	Alteración microbiana de las hortalizas	28
b.	Alteración microbiológica de las frutas	29
c.	Medidas de prevención	29

F.	IMPORTANCIA Y SUBPRODUCTOS DEL PLÁTANO	29
1.	<u>Producción</u>	29
2.	Estándares de calidad	30
a.	Nacional	30
b.	Internacional	31
G.	ANTIOXIDANTES NATURALES	31
1.	Propiedades	31
H.	CLASIFICACIÓN DE LOS ANTIOXIDANTES	32
1.	Ácido cítrico	32
a.	Propiedades	33
b.	Usos y ventajas del ácido cítrico	33
c.	Riesgos para la salud del ácido cítrico	34
2.	<u>Ácido ascórbico</u>	34
a.	Historia y estructura química	35
b.	Funciones	36
c.	Citrosan®	37
III.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	38
A.	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	38
1.	<u>Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba</u>	38
B.	UNIDADES EXPERIMENTALES	39
C.	MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	39
1.	<u>Materiales</u>	39
2.	<u>Equipos</u>	40
3.	<u>Reactivos</u>	40
D.	TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	40
1.	<u>Esquema del Experimento</u>	41
E.	MEDICIONES EXPERIMENTALES	41
1.	<u>Análisis físico químico</u>	41
2.	<u>Análisis microbiológico</u>	41
3.	<u>Económicos</u>	42
F.	ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	
G.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	42
1.	<u>Evaluación de los aceites</u>	42

H.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	43
1.	<u>% Acidez titulable</u>	43
2.	<u>Grados Brix</u>	44
3.	<u>Índice de madurez</u>	44
4.	<u>Determinación de los análisis físicos químicos del plátano</u>	45
5.	Análisis económico	45
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
A.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL PLÁTANO VERDE (Musa x paradisiaca), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN	46
1.	<u>% Acidez titulable</u>	46
2.	<u>Grados Brix</u>	48
3.	<u>Índice de madurez</u>	49
4.	<u>Contenido de mesófilos</u>	51
5.	<u>Mohos y Levaduras</u>	52
6.	<u>Vida Útil</u>	53
B.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	55
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	57
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	58
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	59
	ANEXOS	65

RESUMEN

En la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos y en el Laboratorio de Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se evaluó el uso de tres tipos de antioxidantes para la conservación de plátano verde (*Musa* paradisiaca*) mínimamente procesado empacado al vacío, concluyendo que las mejores características físicas – químicas se alcanzó al utilizar citrosan en plátano verde mínimamente conservado; con el mayor valor de grados Brix (5,178), y el índice de madurez más alto (38,84) y para los análisis de contenido de microorganismos mesófilos, determinaron que el plátano verde mínimamente conservado con ácido ascórbico presentó los valores más bajos (1,854 E+03UFC); en tanto que, el menor contenido de mohos y levaduras fue registrado en el plátano verde mínimamente conservado del grupo control; sin embargo, al utilizar citrosan comparte rangos de significancia al conteo, siendo también bajo, superando las exigencias de calidad del Codex alimentario.

ABSTRACT

In the Processing Plant of Meat Products and in the food Microbiology Laboratory of the ESPOCH School of Animal Sciences, it was evaluated: the use three types of antioxidants for the conservation of green banana (*Musa * paradisiaca*) minimally processed vacuum packed, concluding that the best physical – chemical characteristics were reached when using citrosan in minimally conserved green banana; with the highest value of Brix degrees (5,178), and the highest maturity index (38,84) and for the analysis of mesophilic microorganism content determined that the green banana minimally conserved with ascorbic acid had the lowest values (1,854E +03UFC); whereas, the lowest content of molds and yeasts was registered in minimally conserved green banana of the control group; however, when using citrosan, it shares rangers of significance to the count, being also low, exceeding the quality requirements of the food Codex.

LISTA DE CUADROS

N°		Pág.
1.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BANANO	21
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.	38
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO	41
4.	ESQUEMA DEL ADEVA.	42
5.	ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO	44
6.	ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO POR LA TEXTURA.	45
7.	EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISCO QUÍMICOS DEL PLÁTANO VERDE (Musa x paradisiaca), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN.	47
8.	EVALUACIÓN ECONÓMICA	56

LISTA DE GRÁFICOS

N°		Pág.
1.	Acidez del plátano verde (Musa × paradisiaca), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.	48
2.	Grados Brix del plátano verde (Musa × paradisiaca), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.	49
3.	Índice de madurez del plátano verde (Musa × paradisiaca), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.	50
4.	Contenido de mesófilos del plátano verde (Musa × paradisiaca), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.	52
5.	Contenido de mohos y levaduras del plátano verde (Musa × paradisiaca), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.	53

LISTA DE FIGURAS

N°		Pág.
1.	Frutas y hortalizas de I Gama.	7
2.	Frutas y hortalizas de II Gama.	7
3.	Frutas y hortalizas de III Gama.	8
4.	Frutas y hortalizas de IV Gama.	9
5.	Productos de V Gama.	10

LISTA DE ANEXOS

N°

1. Norma técnica para medir la calidad de los productos.
2. Porcentaje de acidez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.
3. Grados Brix del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.
4. Índice de madurez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.
5. Contenido de mesófilos del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.
6. Contenido de mohos y levaduras del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de tecnologías suaves no térmicas y efectivas, o su combinación, pueden ofrecer al consumidor frutos tropicales frescos cortados, microbiológicamente seguros, con valor nutricional y calidad sensorial lo más cercanos al producto intacto. Frutos tropicales tales como plátano (*Musa x paradisiaca*) almacenados a bajas temperaturas en combinación con atmósferas controladas y/o modificadas conservan su calidad comercial hasta por 10 días para el caso de mango y por 8 y 7 días para plátano, papaya y piña, respectivamente. En estos frutos han sido muy pocos los estudios en relación a los efectos del procesamiento mínimo sobre su composición nutricional y potencial antioxidante esto último atribuido a componentes bioactivos tales como vitamina C y E, carotenoides y polifenoles, los cuales han sido fuertemente asociados a la prevención de ciertas enfermedades crónico degenerativas.

(Robles, M. 2007), Manifiesta que estos componentes bioactivos se encuentran en cantidades significativas en los frutos tropicales y a la fecha solo ha sido evaluada su actividad antioxidante medida como su capacidad de absorción de radical oxígeno (ORAC) en los frutos enteros, reportándose valores entre 7 y 11 $\mu\text{mol ET/g}$. Se desconoce en gran medida cómo se afectan estos valores una vez que los frutos han sido procesados y almacenados. En este trabajo se revisan algunos aspectos relacionados con el procesamiento mínimo de fruta tropical y el efecto que éste tiene sobre sus constituyentes antioxidantes, además se resalta la importancia de la evaluación de la actividad antioxidante total en frutos frescos cortados y su acción biológica in vivo.

Actualmente el Ecuador es un país eminentemente agrícola, Esta fruta es de alta producción en las dos épocas del año sin restricción alguna; además de ser apetecida por la gran mayoría de las personas que conocen sus características, por su estupendo sabor y su inconfundible aroma, considerándose como una de las frutas más saludables. Uno de los problemas para la industrialización del banano es actualmente el nivel de vida de la población o los productos frescos troceados en general sufren pérdida de la estructura celular durante las operaciones de corte, lo

cual permite interactuar a la polifenol oxidasa (PPO), con compuestos fenólicos oxidables presentes naturalmente en el producto, causando oscurecimiento de las superficies cortadas. Razón por la cual en la presente investigación se propone el uso de tres tipos de antioxidantes para la conservación, con la finalidad de determinar la efectividad del producto al evaluar las características microbiológicas, características físico-químicas asegurando que sea un alimento de gran calidad y inocua para los consumidores. Si bien las pérdidas post cosecha de frutas tropicales son un serio problema debido al rápido deterioro durante el manejo, transporte y almacenamiento los procesos de pelado y cortado agravan el problema, ya que se incrementa la actividad metabólica y descompactación de enzimas y sustratos, causando oscurecimiento, ablandamiento, deterioro microbiológico y desarrollo de sabores y olores indeseables. Todos estos cambios suponen un impacto potencial en los compuestos fitoquímicos y en las propiedades antioxidantes beneficiosas para la salud que poseen los frutos en su estado intacto. La investigación estará enfocada en el aprovechamiento del plátano (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y dándole un valor agregado con el empaclado al vacío, mejorarán los recursos sociales y económicos tanto el productor como el consumidor, obteniendo un producto de calidad industrial. Por lo expuestos anteriormente los objetivos fueron:

- Determinar cuál de los antioxidantes utilizados (ácido cítrico, ácido ascórbico, citrosan), presenta los mejores resultados en cuanto a las características físico-químicas.
- Establecer mediante los análisis microbiológicos la calidad sanitaria de plátano verde mínimamente procesado.
- Evaluar la vida útil del plátano verde mínimamente procesado mediante análisis microbiológicos.
- Determinar la factibilidad económica del proyecto, mediante el indicador beneficio-costos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. HISTORIA DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE ALIMENTOS

Dasuki, M. (2002), menciona que la revolución industrial dio lugar a grandes núcleos urbanos donde la alimentación pasó a depender de una complicada cadena que iba desde las materias primas al mercado, asegurando primariamente el suministro constante de una variedad de alimentos en condiciones higiénicas y de conservación. La industria alimentaria dejó de ser artesanal para tecnificarse, evolucionando para incorporar métodos de producción y tecnología avanzada, en respuesta a un cambio constante en las necesidades del consumidor y a la continua urbanización de los habitantes del planeta.

Campra, P. (2012), indica que el perfil de una industria típica de diversificación de productos, de tecnología punta, que tiene prácticamente al cliente cautivo, y con tradición de suficientes márgenes comerciales, por lo que se puede mantener en la cresta de la ola. Los resultados de la investigación y la innovación tienen aplicación y aceptación inmediata en todos los países con la misma cultura. Tiene además un gran efecto inducido en otros sectores como la fabricación de envases y el transporte, que pueden incluso convertirse en subsidiarios. Por todo ello, hay una tendencia en esta industria a seguir la estrategia de concentración de empresas. Esto encaja perfectamente en el marco típico de las compañías multinacionales, tanto en lo que se refiere a procesos y productos como a maquinaria especializada. Y efectivamente hay una gran penetración de las multinacionales que absorben a las pequeñas empresas o las fusionan al grupo.

1. Evolución

Cayon, D. (2004), señala que actualmente la humanidad se encuentra en el centro de la evolución industrial de alimentos profundamente. Es el cambio fundamental del papel de la mujer en la sociedad, una de cuyas tareas tradicionales fue la preparación de las comidas. Con la presencia de la mujer en el mundo laboral, fuera

del hogar, esta tarea se está transfiriendo cada vez en mayor grado a la industria alimentaria. Se va creando así una industria de proceso de los alimentos cuyo fin es proporcionar alimentos perfectamente sanitizados en forma de productos parcial o totalmente cocinada, cómoda y conveniente para proseguir con los actuales hábitos de vida, cuidando además el paladar y la conservación al máximo plazo. En estos alimentos precocinados y preparados juegan un papel importante los aditivos alimentarios.

2. Producción

Cox, A. (2004), indica que en los últimos veinticinco años la industria alimentaria ha alcanzado un alto grado de sofisticación en su tecnología, vive en un estado dinámico de cambio de técnicas modernas por otras más recientes, persiguiendo la eficacia, la calidad, la reducción de costes, la innovación y el prestigio de las marcas. La fiebre renovadora a corto plazo que caracteriza a nuestro tiempo tiene un buen exponente en la industria alimentaria.

B. TIPOS DE TRATAMIENTOS PARA INDUSTRIALIZAR LOS ALIMENTOS

1. Tratamiento químico

Campra, P. (2012), manifiesta que el tratamiento químico se lo realiza sin modificación de las características organolépticas del alimento, se trata de compuestos antimicrobianos que se añaden a los alimentos para disminuir su carga bacteriana y para que se conserven más). Hay varios tipos de compuestos entre los cuales se puede mencionar:

- Derivados sulfurados: Como el anhídrido sulfuroso que actúa como antioxidante e inhibidor del pardeamiento no enzimático.
- Ácido sórbico y sus sales: Que previene mohos en productos con pH no superior a 5 sobre todo en vinos, frutos secos y aceitunas.

- Ácido propiónico y sus sales: Se usa en panificación e industrias afines para evitar que proliferen algunos bacilos muy específicos del pan y productos derivados de harinas especialmente panes de miga, cortados y envasados en rebanadas.

2. Tratamientos con radiaciones

Bernal, E. y Diaz, C. (2003), indica que la irradiación de alimentos es un procedimiento físico que consiste en exponerlos a la acción directa de radiaciones electromagnéticas, electrónicas o atómicas y se usan para mejorar la calidad higiénica, aumentar su conservación o modificar algunas características tecnológicas, las principales ventajas de la irradiación son:

- Los alimentos no son sometidos a la acción del calor y por tanto sus características organolépticas apenas se modifican.
- Permite el tratamiento de alimentos envasados.
- Los alimentos pueden conservarse con una única manipulación, sin precisar la utilización de aditivos químicos.
- Las necesidades energéticas del proceso son muy bajas.
- Las pérdidas de valor nutritivo son similares a la de los métodos de conservación corrientes.
- El proceso puede controlarse automáticamente y requiere muy poca mano de obra.

Campra, P. (2012), menciona que las desventajas del tratamiento con irradiación son:

- El alto coste de la instalación, y
- la mala comercialización del producto.

3. Almacenamiento

Erickson, D. (2009), manifiesta que para conocer el almacenamiento de los se estudia la estacionalidad de ciertos productos alimenticios para controlar la rotación. Se controlan las temperaturas de almacenamiento y la humedad relativa en los lugares de almacenamiento para evitar deterioro acelerado. Generalmente suelen emplearse para el almacenamiento en silos, almacenes acondicionados al tipo de industria específica (herméticos, al aire libre, refrigerados, etc.), cámaras frigoríficas, entre otros

4. Clasificación por gamas

Alberle, E. (2009). Señala que en un mundo donde todo lleva tecnicismos y se intenta dividir para generar un orden, a los alimentos se les otorgó una manera de clasificarlos dependiendo de su origen y/o conservación, más bien es un sistema utilizado para definir la manera en como una entidad recibe los productos y en qué estado llegan, si son frescos, conservas o congelados. Cada gama de alimentos posee características propias, las que ahora se explicará:

a. I Gama

Polanco, P., (2012), reporta que la primera gama de alimentos está constituida por alimentos frescos, tales como frutas, hortalizas, carnes, pescados, mariscos, huevos y otros productos conservados mediante métodos tradicionales como la deshidratación, la salazón y la fermentación. Se trata de alimentos no transformados que no han sufrido ningún tratamiento higienizante. Por tanto, en general, son alimentos de riesgo, muy perecederos y que en la mayoría de los casos precisan refrigeración. Centrándonos en frutas y hortalizas, en la I Gama encontramos, además de productos frescos, frutas y hortalizas deshidratadas y encurtidas, como se ilustra en la figura 1.



Figura. 1. Frutas y hortalizas de I Gama.

b. II Gama

Cox, A. (2004), menciona que está constituida por alimentos que han sido sometidos a un tratamiento térmico para su conservación, normalmente una esterilización y que se han envasado en recipientes adecuados, herméticamente cerrados, ya sean latas o envases de vidrio. Son las llamadas conservas y semiconservas. Algunas semiconservas, como por ejemplo las anchoas, necesitan además refrigeración, como se ilustra en la figura 2.



Figura 2. Frutas y hortalizas de II Gama.

c. III gama

BORGES, A. (2007), reporta que, en los alimentos conservados por frío, es decir, por congelación o ultracongelación. En estos casos los alimentos son sometidos a un proceso de congelación en crudo, por lo que es necesaria su descongelación para cocinarlo antes de ingerirlo. En estos productos es imprescindible que no se rompa la cadena de frío, por lo que se deben transportar en condiciones isotermas y respetando las condiciones de almacenamiento y uso, como se ilustra en la (figura 3).



Figura 3. Frutas y hortalizas de III Gama.

d. IV gama

Becerra, W. (2007). Indica que la IV Gama es una línea de hortalizas y frutas frescas, preparadas mediante diferentes operaciones unitarias tales como selección, pelado, cortado, lavado y envasado. Son conservadas, distribuidas y comercializadas bajo cadena de frío y están listas para ser consumidas crudas sin ningún tipo de operación adicional durante un periodo de vida útil de 7 a 10 días. En la actualidad, hay una gran variedad de productos, hojas de lechuga, de una sola clase o de varias, champiñón laminado, frutas cortadas, etc. Tanto la preparación inicial como la conservación posterior deben ir acompañadas de temperaturas reducidas, por encima del punto de congelación, para mantener el producto con sus características de frescura durante la distribución y congelación y, como es lógico, en el momento de su consumo. Con este sencillo proceso el

producto mantiene sus propiedades naturales y de frescura, pero con la diferencia de que llega al consumidor, lavado, troceado y dentro de un envase. Un aspecto de suma importancia es que los productos IV Gama son muy perecederos, incluso más que los productos crudos no procesados de los cuales provienen. La rotura del tejido por el corte supone un incremento de la respiración y transpiración, que conduce a un rápido deterioro del producto, como se ilustra en la figura 4. Además, el corte aumenta la superficie de tejido susceptible de alteración microbiana.



Figura 4. Frutas y hortalizas de IV Gama.

e. V gama

Bernal, E. y Diaz, C. (2003), manifiesta que en los últimos años ha surgido una nueva gama de alimentos, la denominada V Gama, formada por aquellos productos cuyas formas comerciales implican haber recibido dos modos diferentes de manipulación tecnológica, es decir, un tratamiento térmico y un envasado, además del complemento del frío para su buena conservación. Los alimentos de V gama son productos tratados por calor, listos para consumir y que se comercializan refrigerados. Incluyen una amplia variedad de productos, desde verduras cocidas hasta platos preparados a base de carne, pescado, pasta, arroz, etc. Para su consumo sólo necesitan una mínima preparación o un calentamiento previo, en

microondas u horno convencional. Generalmente se envasan en material plástico, pudiendo ir también en atmósferas protectoras (vacío, atmósfera modificada, etc.). El almacenamiento es estanco por lo que no hay riesgo de recontaminación tras la cocción. La vida útil de estos productos varía entre 6 y 42 días dependiendo del tipo de alimento y el tratamiento térmico aplicado, como se ilustra en la figura 5.



Figura 5. Productos de V Gama.

C. ALIMENTOS MÍNIMAMENTE PROCESADOS

Bernal, E. y Diaz, C. (2003), expresa que los vegetales mínimamente procesados son definidos como cualquier fruta u hortaliza que ha sido alterada físicamente a partir de su forma original, pero que mantiene su estado fresco. El verdadero reto en el desarrollo de estos nuevos productos es conseguir procesos novedosos o estrategias de conservación que permitan la obtención de alimentos seguros con sus propiedades nutricionales y características benéficas para la salud muy poco modificadas e incluso potenciadas. Los frutos frescos cortados (FFC), son un tipo de productos preparados mediante operación unitaria de selección, lavada, pelada,

deshuesado, cortado, etc higienizados mediante derivados clorados, peróxido de hidrógeno, ozono, antimicrobianos naturales y otros; tratados.

1. Propósito

Altkofer, W. (2005). Indica que las normas generales de conservación de alimentos envasados o empacados al vacío, buscando este mecanismo de industrialización solventar un aporte beneficioso para aumentar la vida de anaquel de los productos tropicales. Por esta razón, el consumidor debe valorar positivamente aquellos alimentos vegetales que no solo le proporcionan nutrientes indispensables para la vida (hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, etc.), sino que además posean sustancias con un posible efecto protector como es el caso de los antioxidantes.

2. Efectos

Hernandez, L. y Belles, A. (2007), manifiesta que estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo de frutas tiene un efecto benéfico en la salud y contribuye a la prevención de procesos degenerativos, particularmente aterosclerosis y cáncer. Estos efectos benéficos han sido atribuidos en parte a la presencia de componentes bioactivos con actividad antioxidante, cuyo mecanismo de acción es inhibir la iniciación o impedir la propagación de las reacciones de oxidación, evitándose así el daño oxidativo.

3. Beneficios

Hernandez, L. y Belles, A. (2007), reporta que los beneficios que aporta este tratamiento de obtener un alimento mínimamente procesado, coadyuva en bondades de para la salud prevalencia de enfermedades cardiovasculares a nivel mundial y el impacto que las frutas y hortalizas tienen como agentes terapéuticos en el control de estas enfermedades han motivado a los consumidores a exigir productos saludables, listos para consumo, libres de aditivos, seguros microbiológicamente y, además, con alto potencial antioxidante. La tarea no es solo

para los industriales, sino para un grupo interdisciplinario conformado por nutriólogos, médicos, tecnólogos en alimentos y expertos en mercadeo.

4. Tecnología empleada

Gil, M. (2009), menciona que las tecnologías empleadas en los alimentos mínimamente procesados tienen características esenciales de cualquier prueba de evaluación de la capacidad antioxidante son un sustrato adecuado en el cual pueda ser monitoreada la inhibición de la oxidación, un iniciador de la oxidación (radical libre) y una adecuada medición del punto final de la oxidación, la que puede llevarse a cabo por métodos químicos, instrumentales o sensoriales. A pesar de la diversidad de métodos existentes para la evaluación de la actividad antioxidante, hay necesidad de estandarizarlos para diferentes productos y así obtener medidas comparables.

5. Atmosfera controlada

Gallo, F. (2007), indica que, en atmósferas controladas y modificadas, tratado con estabilizadores de color y retenedores de firmeza, puede extender la vida de anaquel hasta por 10 días sin cambios aparentes en su calidad comercial, pero con pérdidas del 10 y 5% en carotenos y vitamina C, respectivamente. Demostraron que bajo ciertas condiciones de envasado y almacenamiento, la irradiación ultravioleta (UV-C) puede ser utilizada para mantener la calidad comercial, prevenir la pérdida de nutrientes y reducir el deterioro de frutos de mango fresco cortado.

6. Envasado al vacío

Gao, X. (2009), manifiesta que las tecnologías en el medio circundante han encontrado maneras de contrarrestar los efectos de oxidación en los frutos frescos cortados (FFC), son un tipo de productos preparados mediante operaciones unitarias de selección, lavado, pelado, deshuesado, cortado, etc. Higienizados mediante derivados clorados, peróxido de hidrógeno, ozono, antimicrobianos

naturales y otros; tratados exconagentes estabilizadores de color tales como ácido ascórbico y Eritorbato, retenedores de firmeza (sales de calcio) y envasados en bolsas o bandejas con la inyección de distintos sistemas gaseosos que permitan mantener una atmosfera modificada en su interior mediante el empaquetado al vacío.

7. Origen

Lay, J. (2004), indica que el origen general, los avances en los estudios en frutos frescos cortados de origen tropical no han sido muy significativos. Por lo que los investigadores en tecnología de alimentos se han dedicado al desarrollo de nuevas tecnologías de conservación suaves no térmicas, que prolonguen la vida útil de estos productos en óptimas condiciones de calidad, sin comprometer la seguridad microbiológica ni las propiedades sensoriales y procurando que los cambios en las propiedades nutricionales y antioxidantes sean mínimos.

Lay, J. (2004), señala que el contenido de vitamina E en frutas es bastante bajo. Aguacate, mango, kiwi y papaya destacan como principales fuentes de vitamina E. La reacción predominante para que el α -tocoferol tenga actividad antioxidante es la donación de un átomo de hidrogeno, donde se forma un radical tocoferoxilo La vitamina E previene y controla reacciones de oxidación en los tejidos (lípidos, proteínas, ADN, etc.) protegiendo al organismo de enfermedades degenerativas, particularmente en aquellas de tipo cardiovascular, debido a la inhibición de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad.

8. Características

Castañer, M. (2011), señala que las características esenciales de cualquier prueba de evaluación de la capacidad antioxidante son un sustrato adecuado en el cual pueda ser monitoreada la inhibición de la oxidación, un iniciador de la oxidación (radical libre) y una adecuada medición del punto final de la oxidación, la que puede llevarse a cabo por métodos químicos, instrumentales o sensoriales. A pesar de la

diversidad de métodos existentes para la evaluación de la actividad antioxidante, hay necesidad de estandarizarlos para diferentes productos y así obtener medidas comparables.

9. Uso

Fuentes, A. (2004), indica que los usos de los fenoles tienen la capacidad de atrapar especies reactivas de oxígeno debido a su propiedad como donadores de electrones. La efectividad de su capacidad antioxidante va a depender de su estabilidad en los diferentes sistemas, así como también del número y localización de grupos hidroxilo. En muchos estudios *in vitro* los compuestos fenólicos han demostrado alta actividad antioxidante, incluso mayor que la presentada por vitaminas y carotenoides. Los flavonoides se encuentran entre los antioxidantes vegetales más potentes, siendo la quercetina el flavonol que combina las características estructurales que confieren poder antioxidante.

10. Beneficios e importancia

Castañer, M. (2011), menciona que en un estudio realizado en frutos tropicales, demostraron que la vitamina C por sí sola aporta menos del 0,4% de la actividad antioxidante total del fruto, sugiriendo que las mezclas complejas de antioxidantes en las frutas proporcionan beneficios sobre la salud, principalmente en grupo a través de la combinación de efectos aditivos y/o sinérgicos.

a. Nutricionales

Williams, A. (2002), manifiesta que los investigadores en tecnología de alimentos se han dedicado al desarrollo de nuevas tecnologías de conservación suaves no térmicas, que prolonguen la vida útil de estos productos en óptimas condiciones de calidad, sin comprometer la seguridad microbiológica ni las propiedades sensoriales y procurando que los cambios en las propiedades nutricionales y antioxidantes sean mínimos.

b. Económicos

Vergara, E. (2010), señala que el consumo de frutas tropicales mínimamente procesadas es importante desde el punto de vista económico, como una nueva alternativa de comercialización para cubrir un mercado específico. Para que los frutos tropicales ingresen al mercado de los frutos frescos cortados (FFC= es necesario asegurar que su calidad visual no sea alterada por el proceso de pelado y cortado, pero además debe asegurarse su calidad nutricional y potencial antioxidante.

11. Importancia

Williams, A. (2002), reporta que son las nuevas tecnologías desarrolladas para el procesamiento de los frutos frescos cortados (FFC), es posible extender la vida útil de frutos tropicales frescos cortados sin cambios significativos en su calidad sensorial. Sin embargo, se requiere de más estudios en relación a la magnitud de las pérdidas de nutrientes y compuestos con capacidad antioxidante.

a. Ventajas

Vergara, E. (2010), menciona que ha destacado el importante papel fisiológico que juegan los fenoles presentes en frutas y vegetales. Estos compuestos son clasificados dependiendo de su estructura y sus clasificados dentro de cada clase, dependiendo del número y posición de grupos hidroxilo y la presencia de otros constituyentes. El grupo más amplio de polifenoles son los flavonoides; además, otros compuestos como los ácidos fenólicos y sus derivados también han sido identificados en frutas y hortalizas. Los compuestos fenólicos y especialmente los flavonoides poseen diferentes actividades biológicas, siendo su capacidad antioxidante la más importante. Son considerados potentes inhibidores de la oxidación de las LDL, por lo que pueden reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares y además tienen una estabilidad mayor que la del ácido ascórbico.

b. Desventajas

Vergara, E. (2010), indica que son escasos los reportes de investigación publicados en relación a la inactividad y potencial antioxidante en frutos tropicales cortados posterior a un periodo de almacenamiento. Asimismo, no se tiene conocimiento sobre la influencia que este potencial antioxidante pueda tener sobre el perfil de lípidos y actividad antioxidante *in vivo*, lo que pudiera ser objeto de futuras investigaciones.

12. Aditivos utilizados y estabilidad microbiológica

Castañer, M. (2011), señala que uno de los principales problemas que reduce la vida útil de las frutas tropicales mínimamente procesadas es el pardeamiento enzimático que se produce en la superficie de corte. Este deterioro tiene un gran impacto visual que disminuye la calidad comercial, la aceptación organoléptica y el valor nutricional. Esta revisión es una actualización de los métodos para medir el pardeamiento enzimático y las características de polifenol oxidasa. También se revisan los tratamientos químicos y físicos para inhibir o controlar el pardeamiento enzimático. Los inhibidores químicos se han clasificado dependiendo de si actúan sobre la enzima, los sustratos o los productos de reacción. Para evitar el pardeamiento enzimático, los tratamientos físicos, en especial las atmósferas con bajo contenido de O₂, se consideran una alternativa a los métodos químicos para minimizar la actividad enzimática. También se revisan los revestimientos comestibles para preservar la calidad de los productos mínimamente procesados, debido a la entrada restringida de oxígeno además de la reducción de la pérdida de humedad.

Thompson, A. (2000), indica que la estabilidad microbiológica en los alimentos mínimamente procesados se debe a la acción de la actividad antioxidante ha sido reportada como capacidad antioxidante total (CAT), que corresponde a la suma de antioxidantes lipofílicos (L-ORAC) y antioxidantes hidrofílicos (H-ORAC). Destacan entre estos frutos el mango y el plátano, con los valores más altos de

CAT (10,02 y 8,79 μ mol ET/g, respectivamente). También destacan estos dos frutos por su contenido de fenoles totales (2,66 y 2,31mg EAG/g).

13. Mercados y exportaciones

Para Almada, H. (2017), la demanda actual de productos frescos y fáciles de preparar, en especial frutas, ha traído consigo un aumento en el mercado de productos mínimamente procesados. Esta tendencia responde a la idea generalizada de que los vegetales son alimentos saludables, y a que cuanto más fresco es mejores condiciones de calidad y seguridad pueden encontrarse. Si a todo ello se le une que el precio es asequible, se entiende que el consumo sea cada vez mayor. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que se trata de alimentos crudos, lo que obliga a extremar las buenas condiciones de manipulación y de aplicar otras técnicas que permitan cierta inactivación microbiana, como el uso de agua tratada o la aplicación de productos químicos esterilizantes compatibles con el producto y con la salud, como el hipoclorito o ácidos orgánicos

(Fuentes, A. 2004), reporta que Ecuador es considerado el primer exportador y cuarto productor de banano del mundo, debido a que produce aproximadamente 8'278.260,65 toneladas de musáceas cultivadas en 20 provincias del territorio continental. Un 3,50% se destina al consumo humano interno; otro 3,50% al consumo animal y el 3% para la industria. La principal variedad que se produce y exporta es Cavendish Valery y Williams; además el país tiene también una oferta exportable de otras musáceas frescas, como es el orito "baby banana", y morado "red banana" (Afanador, 2005). En menor proporción se produce los híbridos FHIA de los cuales, por sus características de resistencia a la Sigatoka y por ser considerado como banano de postre, se destaca el FHIA 23.

(Fuentes, A. 2004). Señala que la producción de Musáceas, se destina básicamente a la exportación. El promedio anual que se vende al exterior es del 80% del total de la producción, y se las somete a un control de calidad intensivo, para que llegue a su destino en el estado de madurez adecuado y libre de manchas,

suciedad o cicatrices. Estos controles se hacen al momento del corte, del empaque y en el puerto. Cuando la exportación no se cumple en el tiempo estipulado, los racimos son cortados y no se permite que sean aprovechados para exportaciones futuras, quedándose en el campo,

D. PLÁTANO VERDE (*musa x paradisiaca*)

Reyes, V. (2007), indica que el plátano verde se dio a conocer en el Mediterráneo en el año 650 DC. La especie llegó a las Canarias en el siglo XV y desde allí fue trasladado a América en 1516 por las constantes corrientes migratorias de la época. Luego empezó a crecer en la región húmeda tropical del centro y sur del continente. Los primeros indicios del bolón de verde surgieron en Cuba, según historiadores internacionales. Allí es denominado como fufú de plátano, que es un riquísimo plato hecho básicamente de plátano machacado y mezclado con chicharrones de puerco.

Reyes, V., (2007), menciona que el investigador de folclore cubano Fernando Ortiz explicó que durante la dominación inglesa en Cuba, después de la toma de La Habana, entraron a ese país muchos esclavos negros llevados por los ingleses. La comida que normalmente se daba a los esclavos era plátano hervido y machacado y se cree que esta forma de comer el plátano venía de Ghana y Sierra Leona. Los negreros ingleses acostumbraban a decir “food, food” (“comida, comida”), cuando repartían las raciones a los negros y de ahí que los esclavos usaban la palabra “fufú” para designar dicha comida.

1. Generalidades

Monsalve, J. (2006), indica que la utilización de esta sobreproducción en la alimentación animal, el compostaje y la producción de almidón y etanol, no sólo contribuiría a solucionar un problema ambiental sino también ayudaría a nuestros productores a tener otra fuente de ingresos. Las musáceas por su composición bromatológica tanto en estado verde como en maduro, pueden ser utilizadas para

la obtención del alcohol etílico, por la cantidad de azúcares y almidones que posee. Estos excedentes que no superaron los controles de calidad, bien pueden ser utilizados para el consumo humano, consumo animal, así como también para la industria; sin embargo, hay un 10% de la producción, que generalmente son acumulados a la intemperie, causando problemas por su inadecuado manejo, ya que genera residuos y gases, perjudicando al ecosistema

2. Clasificación taxonómica.

Cayón, D., (2004), manifiesta que la clasificación taxonómica del plátano verde se detalla a continuación:

- Nombre: *Musa paradisiaca*.
- Clase: Monocotiledónea (herbácea).
- Orden: Escitaminales.
- Familia: Musaceae.
- Género: Musa.
- Familia: *paradisiaca*.

3. Características de la fruta

Sierra, L. (2003), indica que el plátano es una planta que se desarrolla óptimamente en las regiones tropicales ya que son humedad y cálidas. La velocidad de crecimiento que registra es excepcional, pero todo ese desarrollo se da en condiciones ecológicas adecuadas. Entre ellas las más relevantes son a una temperatura de 27 °C, altura entre 0 a 1500 msnm, la precipitación no debe ser menor a los 1000 mm y un pH d 5 a 7,5. Además de ser una planta monocotiledónea herbácea que se origina a partir de cormos en los que se forman numerosas yemas laterales o hijos. Las hojas se distribuyen en forma de hélice cuyas bases rodean el tallo, de manera que dan origen al pseudotallo. La flor del banano crece a través del centro del pseudotallo hasta que alcanza la superficie.

Sunday, B y Folaranmi, O. (2012), indican que el plátano es una planta anual, su desarrollo es mayor en suelos franco-arenosos consta de cormo subterráneo (tallo), en el cual nacen las raíces y los pecíolos de las hojas (pseudotallo); en la parte superior del cormo está ubicado el meristemo principal el cual produce el racimo. Cuando el racimo emerge viene protegido por hojas modificadas llamadas brácteas generalmente de color rojo y que al desprenderse van descubriendo los grupos florales tanto masculinos como femeninos formándose a partir de estas últimas los frutos partenocarpicos y la bellota.

4. Composición química del plátano

Lay, J. (2004), reporta que el plátano no es pesado ya que proporciona fibra, potasio y magnesio por lo que es muy energética y vitalizante. Es más, una banana de tamaño medio le brinda al organismo el 11% del requerimiento diario de potasio para un adulto, de este modo, puede ayudar a prevenir el estreñimiento y a reducir la confusión de los ancianos, mejorando la energía del organismo. Este efecto se debe a que una banana muy madura contiene 23 gramos de azúcar y otros 2 de almidón. Los azúcares se digieren y se absorben con rapidez a través de la pared intestinal a la sangre, por esto mismo la banana es un excelente alimento después del ejercicio, cuando hace falta un aporte rápido de azúcar para recuperar las reservas de carbohidratos. Bananas y plátanos tienen la característica general de las frutas, es decir, tienen un valor nutritivo que radica fundamentalmente, en su contenido de carbohidratos, en el cuadro 1 se muestra la composición química del banano.

Mugula, J. (2001) indica que los plátanos contienen del 20 – 22% de la materia seca, principalmente en forma de almidón. Cuando estas maduran el almidón se convierte en azúcares simples como: sacarosa, fructuosa y glucosa. Los azúcares presentes en la pulpa de banano maduro, son fácilmente asimilables. Los principales son sacarosa (66%), glucosa (20%) y fructuosa (14%). Suelen cultivarse con fines comerciales o de autoconsumo humano en muchas partes del mundo.

Cuadro 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BANANO.

NUTRIENTES	CANTIDAD
Calorías	108,00
Proteína	1,00 g
Hidratos de carbono	27,00 g
Grasas	< 1,00 g
Fibra alimentaria	3,00 g
Vitamina B ₆	0,68 mg
Vitamina C	11,00 mg
Magnesio	34,00 mg
Potasio	467,00 mg
Azúcares	21,00 g
Sodio	0 mg

Fuente: Vergara, E. (2010).

Robles, M. (2007), manifiesta que los bananos tienen un considerable valor nutricional. Son conocidos por su alto contenido en carbohidratos, potasio y fósforo (ICBF, 2005). El potasio, se encuentra en gran cantidad en este alimento, es un mineral importante para controlar el equilibrio electrolítico del cuerpo, también es esencial para la función muscular, la transmisión de impulsos nerviosos y el buen funcionamiento del corazón y los riñones.

5. Valor nutricional de la fruta

Polanco, P. (2012), menciona que el plátano verde, es rico en glúcidos, potasio, vitamina, ácido fólico, magnesio y fibra, alivia la dispepsia y ha sido usado desde tiempos ancestrales para el tratamiento de úlceras. Lo más característico es su alto contenido en glúcidos, que lo convierten en un fruto recomendado para niños, embarazadas, ancianos o adultos con una vida muy activa. Sus hidratos de carbono complejos también actúan como reguladores de la glucosa, retrasando su

absorción, por lo que es recomendable para personas diabéticas, el plátano verde contiene vitamina A, que ayuda al desarrollo de los tejidos y protege las células, la vitamina B6 es importante en el proceso de síntesis de proteínas, y la vitamina B6 (ácido fólico), conveniente para embarazadas, ya que previene malformaciones en el feto. También es fuente de potasio, necesario para mantener fuertes los músculos, el manganeso que imprescindible para el buen funcionamiento del sistema nervioso y fibra, que se encarga del buen desarrollo de la actividad intestinal. Destaca su contenido de hidratos de carbono por lo que su valor calórico es elevado. Los nutrientes más representativos del plátano son el potasio, el magnesio, el ácido fólico y sustancias de acción astringente; sin despreciar su elevado aporte de fibra, del tipo fruto-oligosacáridos. Estas últimas lo convierten en una fruta apropiada para quienes sufren de procesos diarreicos,).

- El potasio es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula.
- El magnesio se relaciona con el funcionamiento de intestino, nervios y músculos, forma parte de huesos y dientes, mejora la inmunidad y posee un suave efecto laxante.
- El ácido fólico interviene en la producción de glóbulos rojos y blancos, en la síntesis material genético y la formación anticuerpos del sistema inmunológico. El plátano verde contribuye a tratar o prevenir anemias y de espina bífida en el embarazo. En relación con las propiedades nutritivas se han creado en torno a la creencia de que el plátano es una de las frutas que más engorda, aunque no es del todo cierto. En 100 gramos de producto encontramos un aporte de unas 90 kilocalorías y 0% de materia grasa.

6. Variedades

Rincón, A. (2006), manifiesta que las variedades del plátano verde que más se conocen en nuestro país son las siguientes:

a. Dominico

Izaguirre, D. (2000), señala que al igual que el barraganete, el dominico tiene de 22 a 30 centímetros de largo. Tiene un peso de entre 150 y 200 gramos y de 2 a 4 cm. de largo. Su color es verde y al llegar a su estado óptimo de maduración se torna amarillo con manchas y rayas de color marrón. Su sabor en crudo es muy amargo. Por eso se necesita cocción para que se torne blando, suave y mantecoso. Es utilizado en la gastronomía para reemplazar a las papas, Las hojas del plátano verde se utilizan para envolver distintas carnes, como pescado o pollo, que otorgan un sabor cítrico. El plátano verde está compuesto por calorías, agua, proteínas, carbohidratos, fibra. También es rico en vitaminas A, B1, B2 y B6, potasio, calcio, hierro y magnesio. Son de sabor muy dulce, por lo que se recomienda comerlo solo y al natural. Sus frutos son pequeños, delgados y rectos. Es rico en magnesio, vitaminas C y E, ácido fólico y con un alto contenido en vitaminas del grupo B,

b. Maqueño

Durán, A., (2015), reporta que el maqueño mide entre 20 y 25 centímetros de largo. Tiene de 2 a 4 centímetros de ancho y pesa entre 150 y 200 gramos. Este tipo de plátano es el que más dedos en su racimo puede tener; hasta 80. El maqueño tiene la piel rosada y un aspecto regordete. La pulpa es pegajosa y es dulce. a Uno de los platillos tradicionales que se prepara con este plátano es la torta de maqueño. Asimismo, se fríe para hacer chifles dulces.

c. Barraganete

Raftari, M. (2009), manifiesta que este tipo de plátano tiene entre 22 y 30 centímetros de largo y un ancho de 2 a 5 centímetros. La planta del plátano tarda ocho meses desde que nace la primera hoja hasta que se da la primera cosecha. La planta requiere de 60 metros cúbicos de agua al día para cada hectárea, El Plátano barraganete es de color verde y es más grande que el Dominico, ideal para ser frito. El plátano aporta 90 calorías por 100 gramos de alimento y es rico en

azúcares (energía), en potasio, participa en el mecanismo de contracción y relajación de los músculos. Contiene vitaminas del grupo B, sobre todo, ácido fólico(B9), fibra soluble que ayuda a disminuir el nivel elevado de colesterol en la sangre, Vitamina E que es un antioxidante que protege el tejido corporal del daño causado por sustancias inestables llamadas radicales libres.

7. Cosecha y Post cosecha

Raftari, M. (2009), señala que el plátano es clasificado como un fruto muy perecedero, cuya longevidad en refrigeración no va más allá de tres semanas, tanto para frutos maduros como verde-maduros. Esta alta perecibilidad está asociada a las altas tasas respiratorias, en comparación con otros frutos, pudiendo alcanzar hasta 200 ml de CO₂/kg/h a 15°C. Los bananos pueden ser conservados en refrigeración por un período de una a tres semanas, al final del cual deben ser removidas para pasar a cámaras de maduración, donde son tratadas con etileno o, previamente, con etileno.

Borges, A. (2007), manifiesta que el proceso de post cosecha se debe tomar en cuenta que la mejor indicación de daños por el frío en banano verde es la presencia de manchas marrón sobre la epidermis. A medida que el banano madura los daños están caracterizados por una apariencia ceniza opaca, en vez de un color amarillo brillante en la cáscara. Otro indicador de daños es la exudación de la piel o translucidez de la misma, en vez de una apariencia firme, característica de bananos sin daños por el frío. En pos cosecha los atributos de color cambian como consecuencia de la degradación de la clorofila y síntesis de otros metabolitos, como carotenoides y antocianinas, lo cual se debe a uno o varios procesos secuenciales, los más relevantes son debidos al pH, procesos oxidativos y la acción de las enzimas, destacando las clorofilazas (Bernal, E. y Díaz, C. 2003).

Borges, A. (2007), indica que la intensidad de los daños por el frío está fuertemente influenciada por la humedad relativa (HR), del aire, de modo que, para una temperatura dada, el aumento de la humedad retarda el apareamiento de daños,

los cuales pueden ser totalmente suprimidos a 100% de HR, igual que a temperatura de 12°C. La humedad también afecta la calidad del banano, siendo recomendado su almacenamiento en una escala de 85 a 95%. Esta escala de humedad puede ser mantenida en cámaras sin control automático, regando el piso con agua dos veces al día. La operación es tediosa y consume tiempo, por esta razón es recomendable la refrigeración en cámaras automatizadas que controlan, tanto la temperatura, como la humedad relativa. Estas cámaras pueden ser construidas por un albañil o prefabricadas en placas metálicas desmontables, con la capacidad deseada por el vendedor de banano.

E. DETERIORO DEL PLÁTANO

Los principales deterioros que puede sufrir la fruta por diversas condiciones se describen a continuación

1. Deterioro Físico – Químico

Liu, S. (2004), señala que el conocimiento acerca de la evolución de las características físico-químicas en las frutas es de máxima importancia, ya que estos factores de la pos cosecha, determinan aspectos tan relevantes como, calidad sensorial, calidad comercial, calidad nutricional e índice de madurez, en general los vegetales poseen exclusivas cualidades en lo referente a patrón de crecimiento, color, forma, densidad aparente y real y composición. A los métodos físicos, como el calentamiento, deshidratación, irradiación o congelación, pueden asociarse métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento. En muchos alimentos existen de forma natural sustancias con actividad antimicrobiana. Muchas frutas contienen diferentes ácidos orgánicos, como el ácido benzoico o el ácido cítrico. La relativa estabilidad de los yogures comparados con la leche se debe al ácido láctico producido durante su fermentación. Los ajos, cebollas y muchas especias contienen potentes agentes antimicrobianos, o precursores que se transforman en ellos al triturarlos.

2. Cambios en la maduración

Goñi, I. (2008), menciona que muchos de los cambios que se presentan durante la etapa de maduración en las frutas afectan de manera directa su vida útil, calidad nutricional y sensorial, los principales cambios son:

a. Ablandamiento

Liu, S. (2004), reporta que la polimetil-esterasa promueve la desmetilación y la poligalacturonasa el acortamiento de las cadenas de protopectina y compuestos pécticos en general durante las primeras etapas de la maduración las actividades de estas dos enzimas y también de la celulasa apenas se hacen evidentes y no se detectan en frutas maduras. En algunas frutas la hidrólisis del almidón también favorece el ablandamiento.

b. Degradación del almidón

Goñi, I. (2008) manifiesta que uno de los cambios más notables que ocurren en la maduración es la hidrólisis del almidón, es decir, hay rompimiento de las cadenas largas dando lugar a un aumento de azúcares simples, lo cual se expresa en el sabor generando un incremento en el dulzor. No sólo la hidrólisis del almidón sino también de compuestos pécticos contribuye al aumento en la concentración de azúcares, el almidón se convierte a glucosa mediante α amilasa, β amilasa y almidón fosforilasa. Las amilasas hidrolizan al almidón en dos segmentos (maltosa) que después son hidrolizados más adelante por la enzima maltasa.

c. Pigmentos

Cox, A. (2004), indica que el cambio de pigmentos se caracteriza por una degradación de la clorofila y por la formación de carotenoides. La pérdida de la clorofila ocurre en forma paralela con la maduración. Desenmascarando carotenoides en los plásticos.

Yang, X. (2009). Señala que la evolución de la actividad de la clorofilasa y contenidos de clorofila y carotenoides en la piel durante la maduración, están asociados con los colores verde y amarillo, Las xantofilas libres disminuyen durante la maduración mientras que los niveles de xantofila ester aumentan. La actividad de clorofilasa aumenta con la maduración y se hace paralela al pico respiratorio, mencionado por.

d. El sabor

Melo, E. (2004) manifiesta que se debe considerarse como una percepción sutil y compleja de la combinación del gusto (dulce, ácido, astringente), la concentración de ácidos orgánicos tiende a disminuir después de la cosecha de los productos hortofrutícolas en el caso de plátano el ácido málico aumenta en cáscara y pulpa.

e. Aroma

Melo, E. (2004) manifiesta que los cambios en la aroma se atribuyen a un grupo heterogéneo de compuestos volátiles (ácidos orgánicos de cadena corta, alcoholes alifáticos, aldehídos, derivados del isopreno, etc.), producidos naturalmente a partir de enzimas encontradas en tejidos intactos por ruta isoprenoide, ruta del ácido shikimico, y β -oxidación; los compuestos volátiles más importantes responsables del aroma de los plátanos son (E)-2-hexenal y hexanal.

f. Carnosidad

Hernández, L. (2007), señala que la mayoría de las frutas carnosas son órganos relativamente grandes que poseen un buen porcentaje de tejido parenquimatoso con células que llegan a alcanzar diámetros de 0.5 mm o más y cuyas paredes pueden ser de menos de 1mm de espesor. El adelgazamiento y los cambios en turgencia y composición, provocan el ablandamiento, los cambios en la pared celular y lámina media pueden ser tan grandes que las células se redondean y se separan unas de otras; esta disociación conocida como disociación celular es la

causa de la excesiva suavización que caracteriza a la fruta sobremadura, así mismo la separación de las células a lo largo de la lámina media da lugar a la formación de espacios intercelulares. En estados avanzados de la maduración ocurren cambios ultraestructurales de las membranas, lo que da lugar a la fuga de iones y líquidos intracelulares a los espacios intercelulares y ésta es la causa de que el tejido aparezca como remojado en agua.

g. Patológicos

Torres, V. (2006), reporta que los patógenos vegetales pueden subdividirse en los que son verdaderamente patógenos de las plantas y los patógenos oportunistas. Los patógenos verdaderos infectan activamente los tejidos de las plantas. Su capacidad infectante se debe a que producen diversas enzimas degradativas que les permiten atravesar las capas de células protectoras externas. En contraste, los patógenos oportunistas solo infectan los tejidos cuando las defensas normales del vegetal se han debilitado por alguna causa.

3. Alteración en los productos vegetales

Miché, B. (2001), manifiesta que los productos vegetales muestran tres grandes tipos de alteración. El primero es la alteración activa, debida a microorganismos patógenos de los vegetales, que realmente inician la infección en los productos sanos y no comprometidos cuya calidad sensorial disminuyen. El segundo es la alteración pasiva o inducida por heridas en las que los organismos oportunistas penetran en los tejidos internos.

a. Alteración microbiana de las hortalizas

Torres, V. (2006), menciona que las hortalizas, frutas, granos y legumbres son productos de origen vegetal, poseen algunas diferencias inherentes que influyen tanto en el tipo de microorganismo que forman su microflora natural, como en el tipo de alteración que padecen. Entre los factores intrínsecos de interés que

influyen en la microflora que se desarrolla en los productos vegetales, se incluyen el pH y la actividad del agua.

b. Alteración microbiológica de las frutas

Miché, B. (2001), indica que las frutas también contienen una alta actividad del agua como para soportar el crecimiento de mohos, salvo los más xerófilos y osmófilos. Sin embargo la mayor parte de las frutas se diferencian de las hortalizas en que tienen un pH más ácido, con excepción de los melones, y un contenido de azúcar más alto.

c. Medidas de prevención

Becerra, W. (2007), indica que el método más utilizado para eliminar la presencia de microorganismos patógenos de las hortalizas, es la aplicación de sustancias químicas desinfectantes sobre su superficie. De los diferentes compuestos que existen, el cloro en forma de hipoclorito de sodio es la sustancia que más se utiliza en la actualidad para este fin.

F. IMPORTANCIA Y SUBPRODUCTOS DEL PLÁTANO

Thompson, A. (2000), señala que a partir del plátano se pueden obtener diversos productos como alcohol, jugos, mermeladas, jaleas, bananos pasados, polvo, harina, puré, almidón y productos por deshidratación osmótica para las industrias de productos lácteos, confiterías y cereales. En muchas regiones del mundo, la disponibilidad de alimentos es verdaderamente problemática, siendo necesario el uso del ingenio para solventar tal situación, por ejemplo en Etiopía, el secado de bananos tiene un interés considerable para el abastecimiento de alimentos.

1. Producción

Archer, D. y Kvenberg, J. (2005), reporta que para la elaboración de bebidas no alcohólicas se utiliza el polvo de banano maduro (tipo manzano), que se obtiene a través del secado tradicional al sol o en hornos, pero la pérdida de vitaminas A, C y del total de azúcares es alta. Su conservación es limitada, debido al aumento del contenido de humedad y a la carga microbiana. Los parámetros patológicos en la producción de plátano ha generado es el almidón de la pulpa del plátano, que presenta un contenido de 32% de amilasa, de estructura cristalina tipo B, y sus granos presentan un polimorfismo en su forma y tamaño, pero durante la maduración del plátano el contenido de almidón total y resistente, así como el contenido de carbohidratos parietales, disminuyen significativamente.

2. Estándares de calidad

Almada, H. (2017), menciona que los estándares de calidad para la calificación del plátano verde se detallan a continuación

a. Nacional

Gallo, F. (2007), señala que el principal producto de la transformación primaria de las frutas es la pulpa. Se define por pulpa, el producto pastoso, no diluido, ni concentrado, ni fermentado, obtenido por la desintegración y tamizado de la fracción comestible de frutas frescas, sanas, maduras y limpias.

Gañan, P., Cruz, J., Garbizu, S., Arbelaiz, A., Mondragón, I. (2004), indica que el rendimiento en pulpa varía en función del tipo de fruta, del cultivar y en muchas ocasiones, de su estado de desarrollo o índice de madurez. Cada especie de fruta posee un rendimiento en pulpa específico y atributos muy particulares, que la caracterizan físico-química y sensorialmente. Lo ideal es que las frutas posean alto rendimiento en pulpa, un elevado valor de SST expresados como °Brix, representados mayoritariamente por azúcares del tipo, sacarosa, glucosa y

fructosa, para algunos casos es importante una alta acidez y acentuadas las características sensoriales de color, sabor, aroma y apariencia. La relación pulpa/cáscara aumenta en respuesta a la maduración y obedece a cambios diferenciales en el contenido de humedad de la cáscara y de la pulpa. El aumento de la relación pulpa/cáscara durante la maduración está relacionado con la concentración de azúcar en los dos tejidos.

b. Internacional

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), ha establecido el color como uno de los principales índices de medida para el grado de madurez de las frutas, normalmente relacionados con los SST y el porcentaje de acidez total (NTC, 4086; NTC, 4102; NTC, 4103. 2003). Es uno de los índices de madurez más relevante en frutas, constituye una medida rápida, funcional y muy práctica del estado de madurez, no obstante se recomienda que este acompañado, de por lo menos otras dos características físico-químicas. En general para su evaluación se aplican técnicas sensoriales e instrumentales, siendo estas últimas por su relevancia de gran utilidad en el manejo poscosecha de frutas y hortalizas.

G. ANTIOXIDANTES NATURALES

Aldana, H. (2005), menciona que el empleo de antioxidantes de origen natural en forma de compuestos puros, extractos y/o aceites esenciales se ha extendido en la industria cárnica durante los últimos años debido principalmente al efecto tóxico que presentan para la salud del consumidor el empleo de antioxidantes sintéticos. Dentro de estas sustancias de origen natural capaces de reducir los fenómenos oxidativos de lípidos y proteínas podemos incluir especias, frutas, extractos vegetales y 17 productos derivados de semillas oleaginosas, entre otros.

1. Propiedades

Aldana, H. (2005), señala que el ácido cítrico es uno de los tipos más comunes de

los ácidos naturales en el mundo. Debido a que se encuentra en muchas frutas y casi todos los sistemas digestivos, el ácido cítrico se puede añadir a los alimentos y productos de limpieza por igual sin representar peligros tóxicos para los usuarios. El ácido, junto con derivados de sí mismo, tiene infinidad de usos en las industrias química y alimentaria, por lo general actúa como conservante. Hoy en día, la mayor parte del ácido cítrico se cultiva específicamente para producirlo. La oxidación de las grasas es la forma de deterioro de los alimentos más importante después de las alteraciones producidas por microorganismos. La reacción de oxidación es una reacción en cadena, es decir, que una vez iniciada, continúa acelerándose hasta la oxidación total de las sustancias sensibles. Con la oxidación, aparecen olores y sabores a rancio, se altera el color y la textura, y desciende el valor nutritivo al perderse algunas vitaminas y ácidos grasos polinsaturados. Además, los productos formados en la oxidación pueden llegar a ser nocivos para la salud.

Rincón, A. (2006), reporta que estos compuestos están estrechamente asociados con el color y sabor de los alimentos de origen vegetal, así como con su calidad nutricional por sus propiedades antioxidantes comprobados. El reconocimiento de los componentes fisiológicamente activos en los frutos cítricos como la naranja, mandarina y toronja, se ha convertido en un área de investigación en crecimiento. La utilización de antioxidantes naturales permite prolongar la vida útil del producto lo que radica en un aumento de la estabilidad del color, ya que evita la transición de mioglobina a metamioglobina, así como mantiene sus condiciones organolépticas inalterables ralentizando fenómenos oxidativos como el enranciamiento del producto o aumentando la resistencia frente al crecimiento bacteriano, pues los antioxidantes de naturaleza polifenólica poseen actividad antimicrobiana.

H. CLASIFICACIÓN DE LOS ANTIOXIDANTES

Sun, F. (2000), indica que las frutas son orgánicas y por lo tanto mucho más suelen oxidarse más rápido debido a la presencia de oxígeno, los principales antioxidantes que se utilizan para preservar las condiciones naturales de los alimentos se describen a continuación:

1. Ácido cítrico

Aldana, H. (2005), indica que el ácido cítrico es un ácido orgánico natural, débil que se encuentra en muchas frutas y verduras, especialmente en cítricos. Puesto que el ácido cítrico es también un subproducto del ciclo del ácido cítrico, también se produce por muchos organismos vivos, incluyendo el moho. El ácido cítrico es muy apreciado por su sabor amargo, la calidad de conservación y la capacidad de actuar como un amortiguador del pH. El ácido cítrico es un químico producido por las frutas cítricas como las naranjas y los limones. Es orgánico y por lo tanto mucho más débil que las versiones sintéticas. Hay pequeñas cantidades de ácido cítrico en muchos tipos diferentes de frutas, pero sólo se cosecha a partir de un número selecto de grandes cantidades. El ácido es utilizado por las plantas para disuadir a las plagas hambrientas de atacar a la fruta, que protege a la semilla.

a. **Propiedades**

Becerra, W. (2007), Aunque sólo es un ácido ligero, el ácido cítrico puede afectar tanto a las sustancias naturales como a los sistemas biológicos. Cuando se utiliza en su forma pura puede actuar como antioxidante y sus propiedades ácidas pueden eliminar algunos contaminantes del entorno cercano. También es parte vital del metabolismo, ayuda a personas y animales a digerir los alimentos. En su forma pura, el ácido se asemeja a un polvo de color blanco, aunque puede también unirse al agua para crear una solución líquida. El ácido cítrico se describe por la fórmula química $C_6H_8O_7$, compuesta de seis átomos de carbono, ocho átomos de hidrógeno y siete átomos de oxígeno. Al dividirse aún más, el compuesto se describe como ácido 2-hidroxi-propano-1,2,3-tricarboxílico. Cuando se prepara correctamente, los compuestos cítricos pueden perder un protón y formar iones citrato. Estos iones a continuación, forman sales tales como citrato de calcio, una sustancia útil que puede ser añadida a otras soluciones como un tampón. Los citratos también se utilizan en los ablandadores de agua, ya que su forma ionizada reacciona con los iones metálicos.

b. Usos y ventajas del ácido cítrico

Rincón, A. (2006), señala que el ácido cítrico es un conservante popular y saborizante usado en la fabricación de tipos de alimentos y bebidas especialmente suaves. Los citratos tienen un buen número de aplicaciones en experimentos químicos, fármacos y diversos tipos de productos de limpieza. El ácido cítrico U.S.P./FCC es un ingrediente reconocido como seguro y es ampliamente usado en la industria alimenticia. El ácido cítrico es seguro de fácil manejo en fase líquida o sólida. El ácido cítrico se utiliza en la industria de carnes procesadas como acidulante, anticoagulante, acelerador de curado, agente saborizante y protector del color en ciertas aplicaciones cárnicas. El ácido cítrico es incoloro, inoloro, no volátil, biodegradable y soluble en agua. El lavado de carne con ácido cítrico contribuye a las buenas prácticas de manufactura en los sitios del sacrificio del ganado, pollos, y cerdo.

c. Riesgos para la salud del ácido cítrico

Lana, M. y Tijskens, L. (2006), reporta que el ácido cítrico es la fuente más común de la vitamina C, la vitamina se utiliza para estimular el sistema inmunológico y combatir el resfriado común. Algunas personas toman vitamina C o consumen frutas cítricas todos los días, como medida preventiva, por desgracia, el ácido cítrico consumido en grandes cantidades puede ser más perjudicial que útil. Cuando se usa con moderación, el ácido cítrico es un suplemento dietético saludable, pero el ácido cítrico en exceso puede causar varios problemas. El exceso de ácido cítrico puede producir la pérdida de esmalte de los dientes, y en algunos casos incluso la pérdida de los dientes. Pueden desarrollarse úlceras en la boca, la garganta, el esófago y el estómago, y el mismo ácido cítrico impide la curación.

2. Ácido ascórbico

López, H. (2009). Manifiesta que el ácido ascórbico (AA), es un nutrimento esencial para los humanos. Una baja ingesta causa una enfermedad, por deficiencia,

conocida como escorbuto. Este ácido está presente en forma natural en muchas frutas y verduras, además, estos alimentos son ricos en vitaminas antioxidantes, compuestos fenólicos y carotenos, El ácido ascórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio suelen usarse como aditivos antioxidantes de los alimentos. Estos compuestos son solubles en agua y, por tanto, no pueden proteger a las grasas de la oxidación. Para este último fin pueden usarse como antioxidantes los ésteres de ácido ascórbico solubles en grasa, con ácidos grasos de cadena larga (palmitato de ascorbilo o estereato de ascorbiloindicado. El ácido ascórbico se clasifica como sintético como un aditivo alimenticio "generalmente reconocido como seguro". Se adiciona a una amplia variedad de alimentos, tanto por razones nutricionales como técnicas. Entre las funciones del AA, están la fijación del oxígeno:

- Cuando los alimentos se embotellan o se enlatan estos contienen oxígeno, que podría reaccionar con varias moléculas del alimento, provocando rancidez, pérdida de color, entre otras características.
- Al agregar AA, este fija o elimina el oxígeno Además la fijación de radicales libres y control del pardeamiento, hacen que esta vitamina sea uno de los aditivos más empleados en la industrial de los alimentos.
- El AA, es conocido como una vitamina termolábil; varios autores, [han estudiado la cinética de degradación térmica en jugos y frutas naturales, bajo diferentes condiciones de tratamiento; por ejemplo, la oxidación del AA al ácido dehidroascórbico y dicetogulónico, hace que se pierda la actividad vitamínica, razón por la cual, el seguimiento de la variación en la concentración del AA.

a. Historia y estructura química

Sun, F. (2000), manifiesta que la vitamina C, fue denominada la vitamina antiescorbútica porque previene y cura el escorbuto, de ahí su nombre técnico ácido ascórbico. Fue una de las primeras vitaminas que se descubrió en 1928, se la caracterizó estructuralmente en 1933 y se sintetizó por primera vez en el laboratorio en 1938. (Gao, X. 2009). La vitamina C es muy soluble en agua, medianamente soluble en alcohol e insoluble en solventes orgánicos; poco estable en medio

alcalino, es termolábil pero resistente a la congelación estas propiedades se deben a su estructura. La fórmula química de la vitamina C es $C_6H_8O_6$ y tiene un peso molecular de 176,13 g/mol y posee 4 formas estructurales, el ácido D-ascórbico, L-ascórbico, D-isoascórbico y el ácido Lisoascórbico; pero sólo el ácido L-ascórbico posee actividad antiescorbútica. El ácido L-ascórbico posee varios elementos estructurales que ayudan a su comportamiento químico: la estructura de la lactona y dos grupos hidroxilos enólicos, así como un grupo alcohol primario y secundario. La estructura endiol es la cualidad antioxidante, ya que los endioles pueden ser oxidados fácilmente a dicetonas (Gao, X. 2009). Finalmente, el ácido L-ascórbico puede reaccionar fácilmente con radicales libres actuando como antioxidante y pasando el mismo a ser un radical ascorbilo, que rápidamente se descompone para producir ácido dehidroascórbido. Mediante estas reacciones, el ácido L-ascórbico, captura radicales libres potencialmente tóxicos como son los hidroxilos.

b. Funciones

Becerra, W. (2007), menciona que las funciones metabólicas y biológicas de la vitamina C, están basadas en sus propiedades de óxido-reducción entre ellas se destacan:

- Síntesis del colágeno, siendo esta quizá la función principal de la vitamina C.
- Interviene en la síntesis de constituyentes orgánicos de la matriz intercelular, en tejidos como los dientes, huesos y endotelio.
- Evita el envejecimiento prematuro.
- Facilita la absorción de otras vitaminas y minerales.
- Es antioxidante.
- Evita la proliferación de tumores cancerígenos
- Evita las enfermedades cardíacas.

c. Citrosan®

López, H. (2009) manifiesta que el Citrosan®, contiene en su composición

proporciones de varios de estos ácidos orgánicos como son el ácido láctico, cítrico y sórbico, entre otros; que en 5 combinación con extractos de semillas de cítricos, produce un efecto sinérgico antimicrobiano, es un novedoso, seguro y efectivo desinfectante fungicida y bactericida de origen natural, de amplio espectro germicida, formulado para aplicación directa a alimentos sin necesidad de enjuague. Tiene como ingrediente activo una mezcla balanceada de sanitizantes de origen natural como extracto de semillas de cítricos, y ácidos orgánicos, las principales características son:

- Modo de acción: Citrosan®, actúa a nivel de membrana celular. De igual modo, trabaja sobre el dióxido de carbono de la célula microbiana reduciendo y oxidando con altísima potencia y eficacia; dañando el citoplasma y la pared celular, impidiendo así la multiplicación y la aparición de cepas resistentes. Citrosan®, está perfectamente diseñada para ser usada tanto en alimentos directamente, como en superficies,
- Precauciones Citrosan con el tiempo sufre de una Mutarotación lo cual intensifica su color (lo oscurece) pero no afecta a sus propiedades microbicidas,
- Riesgos para la saludInhalación: aleje fuente de vapores, administre oxígeno si la respiración es trabajosa, consiga inmediata ayuda médica. Contacto con la piel: lave rápidamente las áreas afectadas durante por lo menos 15 minutos. Quítesela ropa contaminada lo más pronto posible y lavarlas antes de utilizarla nuevamente. Si la irritación persiste consulte al médico. Contacto con los ojos: enjuague inmediatamente con abundante agua fría que esté fluyendo durante por lo menos 15 minutos, si la irritación, hinchazón o inflamación persisten acuda a un oftalmólogo. Ingestión: no induzca al vómito. Si el paciente esta consiente dé le a beber leche o agua para diluir. El ácido ascórbico (vitamina C) se comercializa bajo diferentes nombres, siendo los más conocidos: Adenex, vitamina antiscórbica, vitamina antiescorbútica, ascorbicina, ascorbina, ascorbutina, ascorina, Cebion, cetano, cetebe, entro otros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación se realizó en la Planta de Procesamiento de Productos Cárnicos y en el Laboratorio de Microbiología de los alimentos de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, ubicada en el Km 1 ½ de la Panamericana Sur en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

1. Condiciones meteorológicas del cantón Riobamba

Las condiciones meteorológicas donde se llevó a cabo la investigación se detallan, en el (cuadro 2).

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA ESPOCH.

PARÁMETROS	PROMEDIO
Temperatura (°C)	13,20
Humedad Relativa (%)	66,46
Precipitación (mm)	550,80
Heliofania (h/luz)	165,15

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Facultad de Recursos Naturales ESPOCH. (2015).

El tiempo de duración del proyecto fue de 60 días, en base a lo siguiente: selección y compra de materias primas, elaboración de análisis microbiológicos y bacteriológicos de los plátanos verdes conservados con los diferentes s antioxidantes y la realización de toma de datos durante el periodo de ensayo.

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

La presente investigación constó con un total de unidades 54 empaques de 4 plátanos, con nueve repeticiones y 6 de tamaño de la unidad experimental por tratamiento.

C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para en el desarrollo de la presente investigación se distribuyeron de la siguiente manera:

1. Materiales

- Cuchillos.
- Termómetro.
- Lavacaras.
- Fundas de empaque.
- Plátanos verdes
- Envases para muestras.
- Jabón
- Detergente y desinfectante.
- Escoba.
- Fundas plásticas.
- Libreta de apuntes.
- Computadora.
- Guantes.
- Mandil.
- Botas.
- Mascarilla.
- Materiales de oficina.
- Tablas de estado de maduración del banano.
- Papel de pH.

2. Equipos

- Balanza analítica.
- Cámara fotográfica.
- Empacadora al vacío.
- Equipo de limpieza.
- Equipo de laboratorio.

3. Reactivos

- Ácido ascórbico.
- Ácido cítrico.
- Citrosan.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se emplearon tres antioxidantes (Ácido cítrico, Ácido ascórbico y Citrosan), en la conservación del plátano verde mínimamente procesado, y se los comparó con un tratamiento testigo (sin antioxidante), con 9 repeticiones por tratamiento, el tamaño de la unidad experimental fue de 6 empaques de 4 plátanos, dando un total de 54 unidades experimentales. Se trabajó un Diseño Completamente al Azar simple (D.C.A.), utilizando el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Valor del parámetro en determinación.

μ = Media general.

T_i = Efecto de los antioxidantes.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

1. Esquema del Experimento

En el cuadro 3, se describe el esquema del ensayo propuesto para la aplicación de los diferentes antioxidantes como conservantes:

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	REPETICIONES	T.U.E.*	REP/TRAT
Sin antioxidante	AN 0	9	6 empaques	54
Ácido Ascórbico	AN 1	9	6 empaques	54
Cítricosan	AN 2	9	6 empaques	54
Ácido cítrico	AN 3	9	6 empaques	54
TOTAL				216

T.U.E = Tamaño de la unidad experimental el empaque contará de 4 plátanos.

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

Las variables experimentales a ser evaluadas durante el experimento fueron:

1. Análisis físico químico

- % Acidez titulable.
- ° Brix.
- Índice de madurez.

2. Análisis microbiológico

- Recuento de microorganismos Mesófilos, Petri film..
- Recuento de Mohos y Levaduras.

3. Económicos

- Relación beneficio costo

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA

Los resultados obtenidos en el presente trabajo investigativo, fueron sometidos a los siguientes análisis estadísticos, junto al esquema para el (ADEVA), (cuadro 4).

- Análisis de varianza (ADEVA).
- Separación de medias según Tukey, a un nivel de significancia de $P \leq 0,05$.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente Variación	Grados Libertad
Total	35
Tratamiento	3
Error experimental	32

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Evaluación de los aceites

Para la evaluación de los aceites se realizó el siguiente procedimiento:

- **Recolección y selección de plátano verde:** Se realizó la recolección y selección de los dedos de plátano verde, tomando en consideración el estado de madurez, sin lesión o alteración en su color y libre de materia extraña.
- **Lavado:** Los dedos seleccionados se lavaron, con el propósito de eliminar elementos extraños con una corriente de agua potable. Posteriormente en un recipiente se dejará un previo escurrimiento.
- **Secado:** las bananas fueron colocadas sobre una bandeja de acero inoxidable donde se les realizará el secado de cada tratamiento preestablecidos para finalmente administrar los diferentes antioxidantes mencionados.
- **Empacado al vacío:** Se tomaron unidades homogéneas en cada una de los empaques con 4 plátanos verdes, luego se realizó un empaque continuo con la finalidad de mantener la carnosidad y textura del plátano. Posterior al empackado se procedió a refrigerar el plátano para determinar el tiempo de conservación del producto. Seguido se realizó los análisis bromatológicos y físico químicos de las muestras empackadas. Finalmente se tabularán los datos para su posterior interpretación, análisis y discusión de los resultados obtenidos.

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. % Acidez titulable

La acidez del producto se expresó como el porcentaje del ácido predominante en la muestra, ya sea como % de ácido cítrico, málico, láctico, etc.

$$\% \text{ Acidez} = (V \times N / \text{Meq}) \times 100$$

V = volumen de NaOH consumidos.

N = normalidad del NaOH.

Meq = peso miliequivalente del ácido predominante en la muestra.

2. Grados Brix

Los grados Brix representan el porcentaje de Azúcar presente en una solución, también representan la relación entre masa del azúcar y el volumen de la solución (g/ml) (Kg/L). Los grados Brix se pueden calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$^{\circ} BRIX = (X \times 100/V1)$$

Donde:

X= Cantidad de azúcar que se desea adicionar.

°Brix= porcentaje de azúcar disuelta en la solución.

V1= Volumen de la solución.

3. Índice de madurez

Para los índices de maduración en el plátano se guía por tablas en las cuales toman aspectos que se relatan en el (cuadro 5 y 6).

Cuadro 5. ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO.

Estado de madurez	Color piel	Color pulpa	Aroma	Sabor
Muy verde	Verde hoja	Marfil	sin olor	astringente
Verde	Verde	Hueso	menos fuerte	poco astringente
Pintón	Verde amarillento	Crema	poco fuerte	poco dulce
Maduro	Amarillo	crema amarillento	Fuerte	dulce
Sobremaduro	Amarillo negruzco	amarillo	muy fuerte	muy dulce

Cuadro 6. ÍNDICES DE MADUREZ DEL PLÁTANO POR LA TEXTURA.

Textura	Peso total	Peso jugo	% pulpa	% acidez	Presencia de almidón
Muy dura	140 g.	73 g.	52,14	0,0366	pardo
Dura	181 g.	96 g.	53,04	0,1707	oscuro
Lig. Suave	197 g.	123 g.	62,44	0,195	muy oscuro
Suave	178 g.	107 g.	60,11	0,1889	claro
Muy suave	144 g.	97 g.	67,36	0,1462	muy claro

4. Determinación de los análisis físicos químicos del plátano

Los análisis fueron realizados a los muestras empacadas las cuales estuvieron mínimamente procesadas, con la finalidad de determinar la calidad del empaçado y la efectividad de los antioxidantes a través de la composición microbiológica del plátano en lo que respecta a Recuento de microorganismos Mesófilos, Recuento de Mohos y Levaduras, , garantizando así la calidad de la carne empacada para el consumo.

5. Análisis económico

El análisis económico se realizará por medio del indicador beneficio/costo, en el que se consideró los gastos realizados (egresos) y los ingresos totales que corresponden a la venta de los empaques de plátano con el valor agregado que se le incluye con los antioxidantes y el empaçado al vacío, respondiendo al siguiente presupuesto.

$$B/C = \frac{\text{Ingresos totales (dólares)}}{\text{Egresos totales (dólares)}}$$

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL PLÁTANO VERDE (*Musa x paradisiaca*), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN

1. Grado de Acidez

El grado de acidez del plátano verde mínimamente procesado presento diferencias altamente significativas ($P < 001$), por efecto de la aplicación de diferentes tipos de antioxidantes, observándose el mayor grado de acidez al utilizar ácido ascórbico (T1), con valores de $1,82E-01\%$ de ácido málico, mientras que con el tratamiento control los resultados fueron de $1,67E-01\%$ de ácido málico y al utilizar citrosan (T2), se registró una acidez de $1,37E-01\%$ de ácido málico, en tanto que los resultados más bajos fueron reportados al utilizar ácido cítrico con $1,16E-01\%$ de ácido málico, como se indica en el cuadro 7, y se ilustra en el gráfico 1.

De acuerdo a los datos obtenidos se aprecia que el grado de acidez más bajo se consigue al utilizar el ácido cítrico (T3), al respecto Almada, H. (2017), indica que la conservación de alimentos es una necesidad general y creciente, que alcanza tanto a los países desarrollados que poseen una potente industria alimentaria como a los de menor desarrollo, independientemente de las diferencias climáticas y las condiciones económicas, sociales y culturales de cada país que determinan ciertas especificidades. Se ha estudiado diversos antioxidantes para conservar el plátano verde pero el que nos proporcionó mejores resultados fue el ácido cítrico, que ayuda a la conservación de los alimentos; inactiva enzimas previniendo pardeamientos indeseables llamadas también oxidaciones; inhibe el deterioro del flavor y el color ya que es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente en el envasado de muchos alimentos como las conservas vegetales enlatadas, o en productos que se quiere conservar al vacío y en congelación, ya que sirve para evitar la maduración precoz del plátano verde y conseguir un mayor tiempo de uso en estado verde o inmaduro.

Cuadro 7. EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL PLÁTANO VERDE (Musa × paradisiaca), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN.

VARIABLES FÍSICO – QUÍMICAS	TIPOS DE OXIDANTES				Prob.	Sign.
	T0 sin antioxidante	T1 ácido ascórbico	T2 citrosan	T3 ácido cítrico		
Grado de acidez (% ácido málico)	1,67E-01 a	1,82E-01 a	1,37E-01 b	1,16E-01 b	0,00011	**
Grados Brix	4,40 bc	4,69 ab	5,18 a	3,92 c	0,0008	**
Ind de Madurez	27,58 b	26,28 b	38,84 a	35,36E ab	0,003	**
Contenido de mesofilos, UFC/g.	2,11E+03 b	1,85E+03 b	3,17E+03 a	2,16E+03 b	6,3E-05	**
Mohos y Levaduras UFC/g.	2,90E+02 b	3,61E+02 a	3,09E+02 ab	2,32E+02 b	0,006	**

Prob: Probabilidad.

Sign: Significancia.

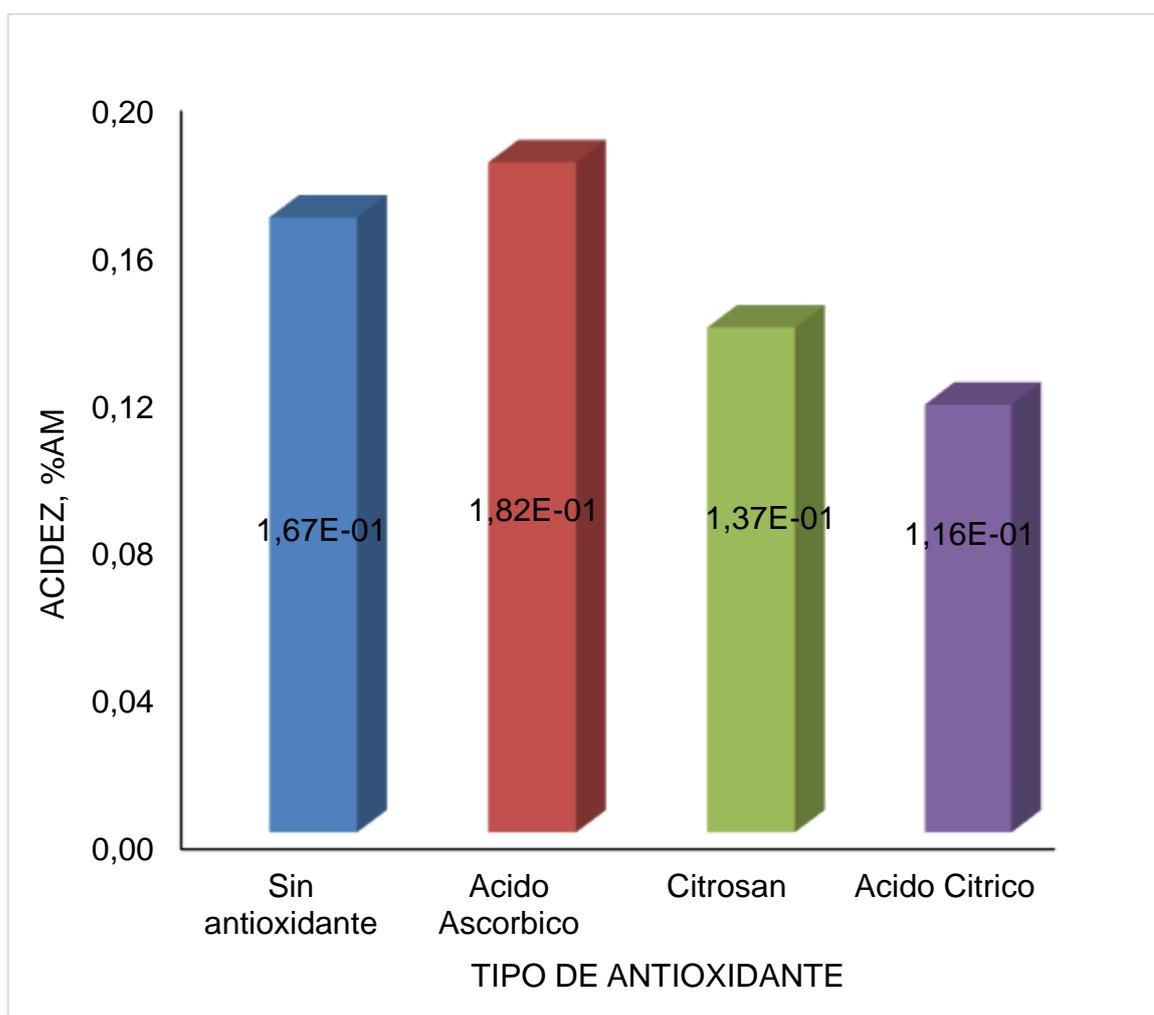


Gráfico 1. Acidez del plátano verde (Musa x paradisiaca), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

Además Cayón, A. (2000), manifiesta que el ácido predominante del plátano es málico y en menor proporción cítrico y oxálico cuyos niveles se incrementan pasando del estado verde con 0.7 % a 1.5 % en estado maduro. Los cambios presentados en la acidez, son más elevados en los frutos inmaduros disminuyendo constantemente hasta los 90 a 100 días, y de ahí su aumento es insignificante. El incremento del ácido málico ocurre aceleradamente en el cambio de verde claro a amarillo intenso, proceso que está altamente relacionado con el sabor que toma el fruto durante la maduración por la concentración de acidez, los azúcares totales y reductores de la pulpa. Los antioxidantes como es el ácido cítrico tiene un campo de acción muy amplio en el que pueden prevenir o retardar la oxidación de un sustrato biológico, y en algunos casos revertir el daño oxidativo de la moléculas

afectadas. Establecer el contenido de ácidos libres correspondiente al ácido málico es muy necesario ya que es un indicativo esencial para impedir que los microorganismos ataquen el alimento y se reproduzcan de una manera descontrolada; además la aplicación de antioxidantes contribuyen a contrarrestar el efecto de las enzimas causantes del pardeamiento enzimático..

Los resultados expuestos en la presente investigación son inferiores a los registrados por Beltrán et al. (2010), quien reporta un pH de 5.78 y un grado de acidez de 0.5% de ácido málico del plátano en estado inmaduro, así como también los registros de Valerio Dávila, Freja (2014), quien al realizar una investigación sobre determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*), registró un porcentaje de acidez de 0.268%, si bien es cierto que las respuestas identificadas en la investigación se encuentra alejado del valor indicado por los autores descrito, es una evidencia del estado inmaduro del fruto ya que durante la maduración se genera ácido málico, ocasionando un aumento del porcentaje de acidez y disminución del pH, y al registrar valores muy bajos se aprecia el estado verde del plátano.

2. Grados Brix

Al conservar mínimamente el plátano verde (*Musa x paradisiaca*), y analizar los grados brix, se registraron diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la utilización de tres tipos de antioxidantes, observándose los valores más altos al conservar con citrosan (T2), con 5,18 °Brix, seguido del ácido ascórbico (T1), que estableció valores de 4,69 °Brix, a continuación se ubican las respuestas alcanzadas en el tratamiento control (T0), ya que los valores fueron de 4,40 °Brix mientras que las respuestas más bajas, fueron registradas al utilizar como conservante el ácido cítrico (T3) con valores de 3,924 °Brix, como indica el gráfico 2. Es decir que la opción más adecuada sería la conservación con ácido cítrico, ya que es necesario que no exista un contenido alto de sólidos totales para que no se acelere la maduración del producto.

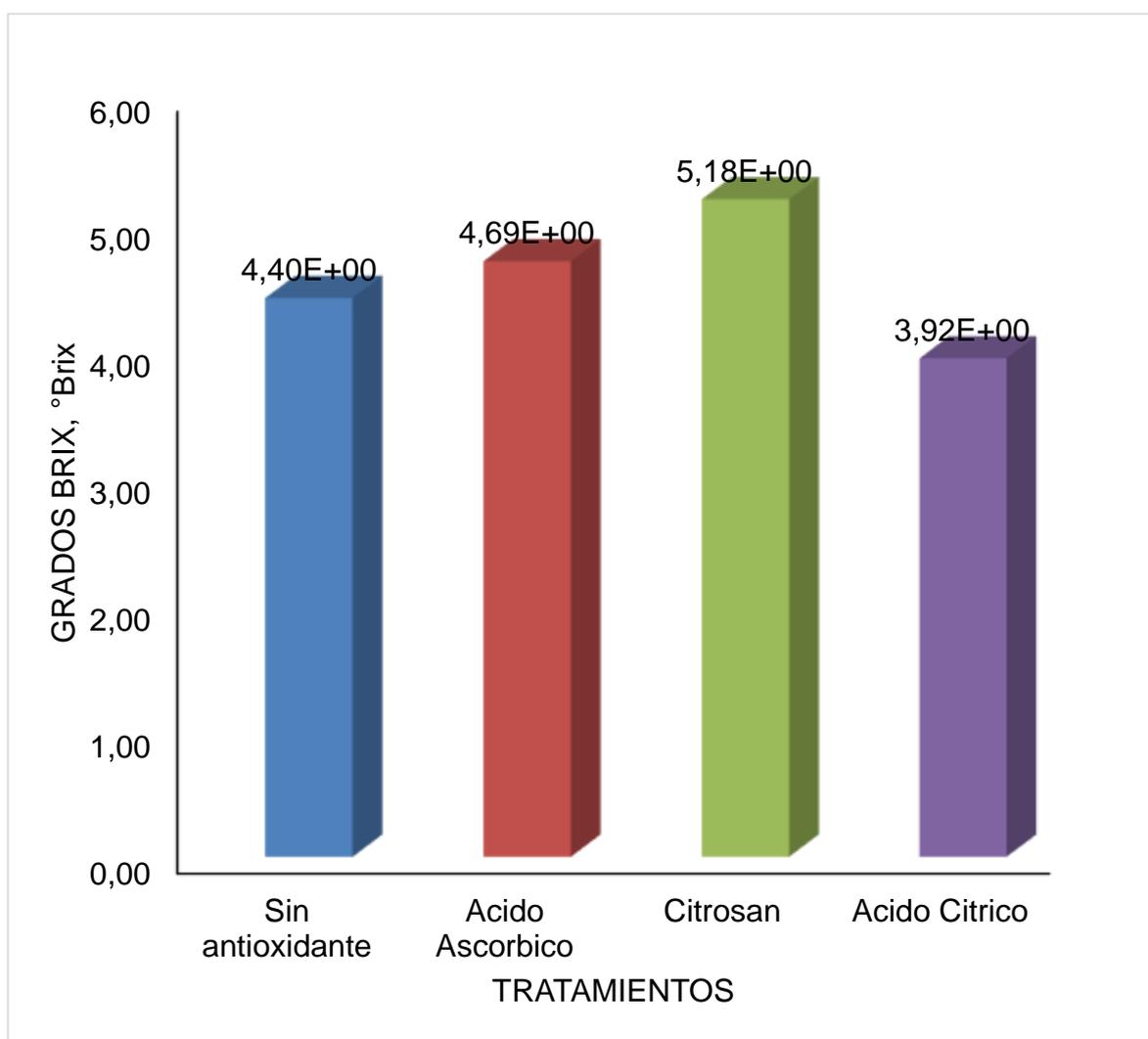


Gráfico 2. Grados Brix del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

Al respecto Flores, E. (2004), indica que la determinación de grados Brix en los productos alimenticios representan una medida del porcentaje de azúcares que se encuentran en las mismas. Esta respuesta experimental es muy importante de evaluar puesto que nos proporciona una medida acertada de la presencia de los azúcares en el producto, contribuyendo a establecer el nivel de madurez. Los valores descritos en la presente investigación al ser contrastados con los datos reportados en bibliografía y normas, se evidencia que se encuentran dentro de los parámetros establecidos para este tipo de productos ya que señala que los valores promedio deben encontrarse en un rango de 4,8 – 5,0 ° Brix. Los sólidos solubles totales (SST) o grados brix, son una importante característica de la calidad

poscosecha para realizar la selección de plátano verde, ya que esta cantidad aumenta a medida que se produce la maduración del plátano, desde 1,3 hasta 17,3%, a expensas de la disminución de almidón de 83 a 66 %. Para la industria, el contenido de sólidos solubles inicial de los frutos (*Musa x paradisiaca*), debe encontrarse por debajo de 8° Brix, de acuerdo con lo reportado por Onyejegbu, Olorunda,(2012), quien analizó los efectos de las materias primas, condiciones de proceso y empaque sobre la calidad del plátano, condición que se cumple en los resultados de la presente investigación. La concentración de los sólidos solubles totales presentan un aumento progresivo a través de los días de almacenamiento, debido a los procesos hidrolíticos del almidón presente en el fruto, lo cual es característico en el proceso de maduración, comportamiento similar a lo observado por Giraldo (2000) y Wills (1984), mientras que los almidones disminuyen progresivamente con los días de almacenamiento, presentando grandes cambios en los primeros 4 días después de cosecha, lo que corrobora lo dicho por Arrieta (2006), quien demostró que el cambio más importante asociado a la maduración de frutos es la degradación de los carbohidratos poliméricos; transformaciones que alteran el gusto y la textura del producto, por eso surgió la necesidad de conservar utilizando diferentes antioxidantes para mantener por más tiempo el plátano en estado verde.

Los resultados expuestos en la presente investigación son similares a los registros López, B. et al. (2008), quien al realizar la caracterización morfológica del plátano verde determino que es necesario encontrar un equilibrio entre el máximo de °Brix y una mínima viscosidad, por lo tanto considero que al utilizar maltodextrina se consigue los resultados más satisfactorios de grados brix del plátano verde que será conservado por secado y que correspondieron a 4,254, similares a los de la presente investigación. Si como de Trujillo, J. (2016), quien al realizar la evaluación de agentes antioxidantes en un subproducto a partir del plátano dominico (*musa sapientum*, l), como criterio de calidad, registro los mejores resultados al utilizar 15 mg/kg ácido cítrico en la conservación del plátano; ya que el valor correspondiente de grados brix fue de 4,86.

3. Índice de Madurez

La utilización de diferentes antioxidantes en la mínima conservación al vacío del plátano verde afectaron estadísticamente ($P < 0,01$) a la variable índice de madurez por cuanto se registró el índice más alto en el tratamiento T2 (citrosan), ya que reportó valores de 38,84, seguido del producto conservado con ácido cítrico (T3), y del tratamiento control (T0), con valores de 35,36, y 27,58 en su orden , mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al utilizar como conservante el ácido ascórbico (T1), con resultados de 26,28, como se ilustra en el grafico 3. Para determinar el antioxidante más eficiente es necesario tomar en cuenta que el objetivo de la investigación es la maduración lo más lento posible, pero sin detrimento de las características nutricionales por lo tanto se puede considerar como el mejor tratamiento, el ácido ascórbico ya que tiene mayor capacidad como inhibidor enzimático, es decir que las enzimas que provocan la maduración, lo harán de una manera más lenta.

Lo que es corroborado según Cheng, Duan, Sun & Yang, (2009), quien manifiesta que el ácido ascórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio suelen usarse como aditivos antioxidantes de los alimentos. Estos compuestos son solubles en agua y, por tanto, no pueden proteger a las grasas de la oxidación. Para este último fin pueden usarse como antioxidantes los ésteres de ácido ascórbico solubles en grasa, con ácidos grasos de cadena larga (palmitato de ascorbilo o estereato de ascorbilo). El plátano es considerado como una fruta bastante delicada y de fácil deterioro, debido a la oxidación o al pardeamiento enzimático que sufre una vez maduro el fruto, siendo de corto período de conservación en forma natural, lo cual constituye un gran problema para las microempresas, y una mala justificación para el pequeño agricultor que ve cada día más disminuido sus ingresos económicos, los recursos de tiempo y materiales, y que busca alternativas para reducir el índice de madurez, que muchas veces termina en la descomposición del producto. En el proceso de maduración del plátano se presentan variaciones fisicoquímicas, como la glucosa, xilosa, manosa, fructosa y trazas de galactosa, y xiloglucano que se incrementan en los procesos de la maduración. En el proceso de mercadeo, predomina la comercialización en fresco, aunque los cambios en los hábitos socio-

culturales de la población ha incrementado el consumo de procesados (snack) a base de frituras de plátano maduro (28 a 30°Brix) o plátano verde (5 a 8°Brix); los precocidos como patacón prefrito congelado y los tostones; los semiprocados como plátano pelado y empacado al vacío, tajada madura congelada y aborrajado y en menor proporción la producción de harina. La vida útil del plátano mínimamente procesado (precongelados) ha alcanzado 15 días, en las frituras y precocidos 3 meses y las harinas de 6 a 9 meses. El índice de madurez o grado de madurez es una prueba muy importante, ya que nos permite saber el tiempo en el que la fruta generara toda su polifenoloxilasa.

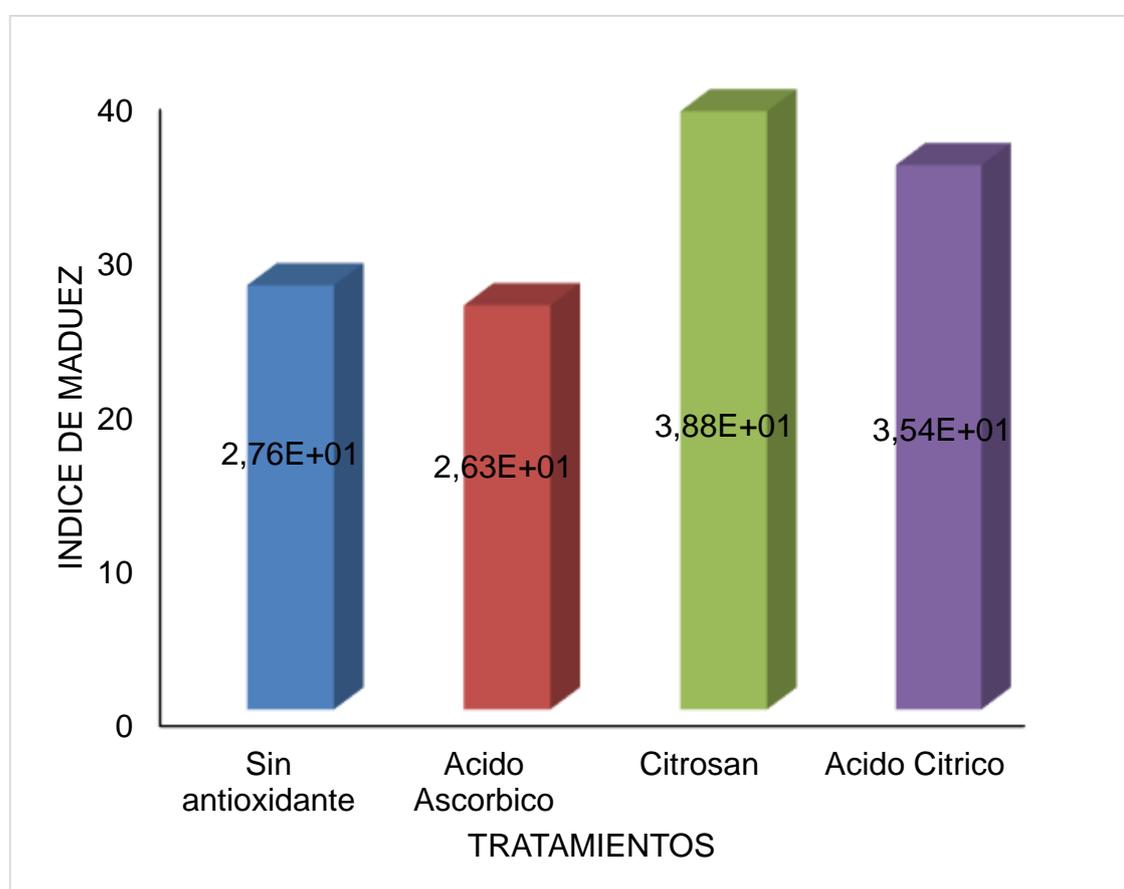


Gráfico 3. Índice de madurez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

Los datos de la presente investigación son superiores a los expresados por Mejía, L. (2013), quien al realizar la evaluación del comportamiento físico y químico poscosecha del plátano dominico Harton (*Musa aab simmonds*) cultivado en el

municipio de Belalcazar (Caldas) indica que el índice de madurez presentó valores máximos de 26.18, 24.8, 24.7, 23.7 y 23.52 para los frutos de 14, 15, 16, 17 y 18 semanas respectivamente. Así como son superiores a los reportes de De Arcila (2002), quien registro entre 28.4 y 31.6. Los frutos de mayor edad tienen mayor actividad enzimática, los °Brix finales son menores a menor edad de cosecha, pero la acidez aumenta en menor proporción, razón por la cual el índice de madurez, al final del proceso de maduración, es mayor para los frutos de menor edad, su comportamiento concuerda con lo reportado por Nascimento Jr. (2008), para dos cultivares de plátano, quien registro un índice de madurez promedio de 34,7.

B. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL PLÁTANO VERDE (*MUSA × PARADISIACA*), MÍNIMAMENTE PROCESADO Y EMPACADO AL VACÍO UTILIZANDO TRES TIPOS DE ANTIOXIDANTES PARA LA CONSERVACIÓN

4. Contenido de mesófilos

El análisis del conteo de mesófilos del plátano verde (*musa × paradisiaca*), mínimamente conservado y empacado al vacío presentó diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), estableciéndose las respuestas más altas al conservar el plátano verde con citrosan (T2), con valores de $3,17E+03$ UFC/g, seguido del tratamiento en el que se utilizó ácido cítrico (T3), y el grupo control (T0), con resultados de $2,16E+03$ UFC/g, y de $2,11E+03$ UFC/g, respectivamente, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al conservar con ácido ascórbico (T1), con $185 E+03$ UFC/g, estableciéndose como el tratamiento que generaría menor flora bacteriana al conserva el plátano verde con ácido ascórbico ya que se forma puentes de hidrogeno más fuerte con las moléculas de agua, complicando la reproducción de flora bacteriana y dando mayor vida al producto como indica el grafico 4.

Lo que es corroborado según Almada, H. (2017), quien manifiesta que el análisis microbiológico es importante ya que está relacionado con la inocuidad y deterioro de los alimentos, determina el grado de contaminación al que está expuesto el

producto en sus diferentes etapas. La contaminación microbiana de alimentos es un problema serio para la industria alimentaria por las grandes pérdidas económicas que trae consigo, este fenómeno es mixto por la participación de bacterias, hongos filamentosos y levaduras. La utilización del ácido ascórbico, juega un papel importante, en la conservación a bajas temperaturas de algunos productos, en especial jugos, pulpas vegetales y frutas. La reacción implica la descomposición del ácido ascórbico con la formación de furfural y el desprendimiento de anhídrido carbónico. El ácido ascórbico se convierte en ácido deshidroascorbico, ácido dicetogulonico y finalmente furfural y dióxido de carbono se ha encontrado que, la reacción es favorecida por los pH bajos por ejemplo entre 2,0 y 3,5.

El contenido de microorganismos mesófilos de acuerdo a lo que expone el Ministerio de Salud del Ecuador según la resolución numero 7992 (1991), indica que en frutas y verduras conservadas puede estar entre $2,0 \text{ E}+03$ a $5,0 \text{ E}+03$, cantidades mayores son objeto de descarte del producto pues se ha iniciado su putrefacción.

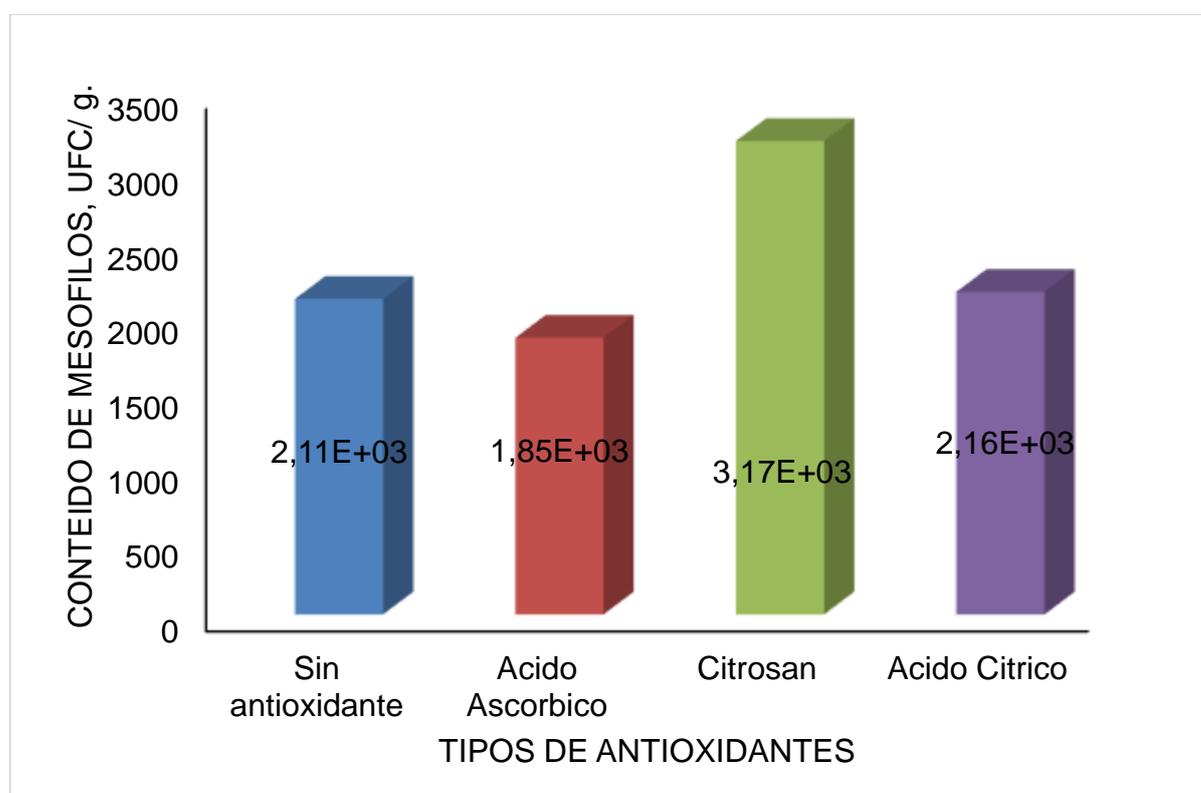


Gráfico 4. Contenido de mesófilos del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

3. Contenido de Mohos y levaduras

La evaluación del conteo de mohos y levaduras del plátano verde, registró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$), por efecto de la aplicación de diferentes tipos de antioxidantes, estableciéndose los resultados más altos al aplicar el ácido ascórbico (T1), con $3,6E+03$ UFC/g, seguido del tratamiento con citrosan (T2) y control (sin antioxidante), que estableció valores de $3,09 E+03$ UFC/g, $2,9 E+03$ UFC/g, mientras tanto que las respuestas más bajas fueron registradas al conservar con ácido cítrico (T3), con valores de $2,32 E+03$, como indica el gráfico 5, tomando como tratamiento más factible el de ácido cítrico ya que este evita más la hidrolización de los polisacáridos que se encuentran en el plátano verde dándole así poca oportunidad que los microorganismos que constituyen a los mohos y levaduras se puedan expandir y provoquen la descomposición del producto.

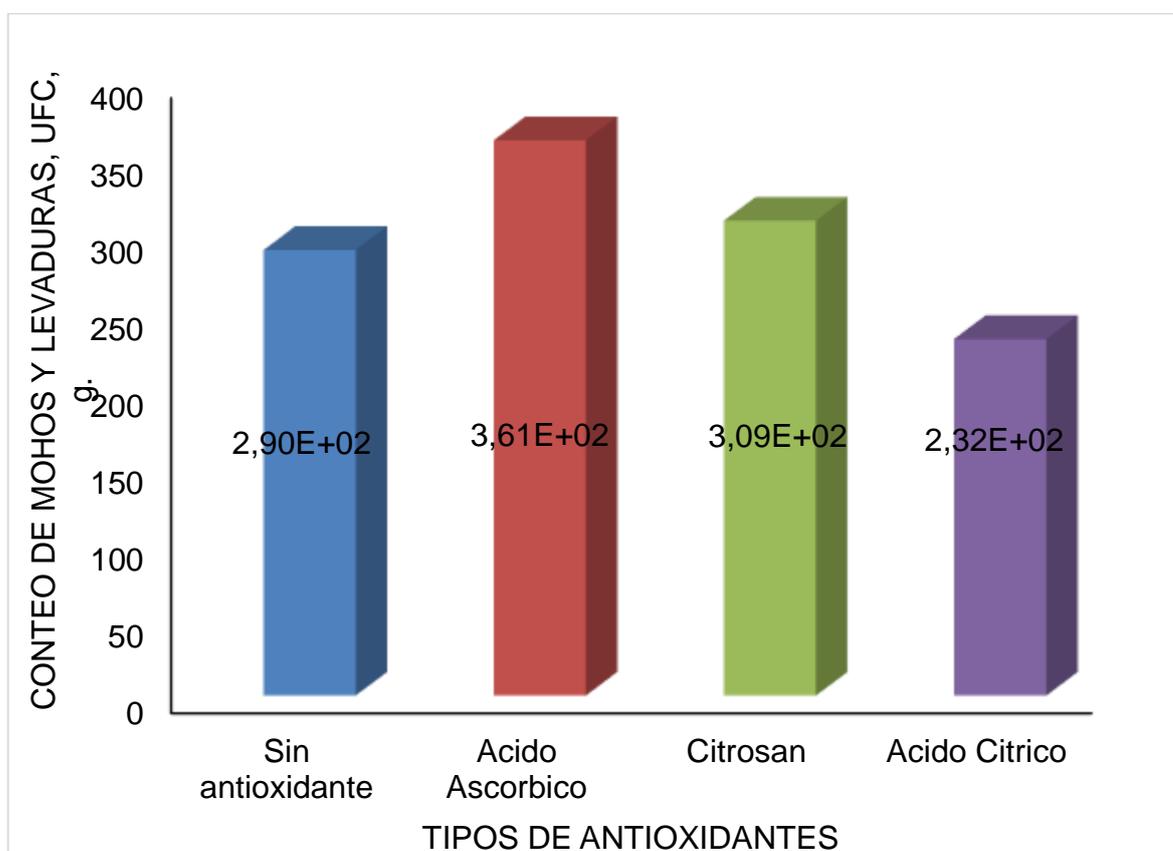


Gráfico 5. Contenido de mohos y levaduras del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

Al respecto Jimenez, T. (2016), manifiesta que el ácido ascórbico es el único ácido orgánico no saturado normalmente permitido como conservador en los alimentos. posee un espectro antimicrobiano interesante ya que es relativamente ineficaz contra las bacterias catalasa-negativas como las bacterias lácticas. El ácido ascórbico posee un amplio espectro de actividad contra los microorganismos catalasa-positivos, que incluyen las levaduras, mohos y bacterias y se utiliza, por tanto, para inhibir los contaminantes aeróbicos en los alimentos fermentados o acidificados. La exclusión del oxígeno de los envases o el envasado en atmósferas inertes ha demostrado que pueden ser útiles en la prevención de la reacción de oscurecimiento o descomposición. Estos últimos microorganismos resultan generalmente inhibidos por concentraciones de ácido no disociado de 0,01 a 0,03%. Este compuesto constituye un eficaz agente antimicrobiano a valores de pH inferiores a 6. Los hongos y las levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente, pueden encontrarse como flora normal de un alimento, o como contaminantes en equipos mal sanitizados algunas especies de hongos y levaduras son útiles en la elaboración de algunos alimentos, sin embargo también pueden ser causantes de la descomposición de otros alimentos.

Los resultados expuestos en la presente investigación son inferiores a los determinados por Guerra Solís, S. (2012), quien evaluó el efecto antimicrobiano del aceite esencial de limón y canela, ambos a 0,05 % en la cobertura comestible de almidón de maíz-gelatina y tiempo de almacenamiento a 5°C sobre las características fisicoquímicas, recuento de mohos y levaduras y aceptabilidad general en rodajas de banano mínimamente procesados. Determinándose que el tratamiento de cobertura con aceite esencial de canela presentó el menor recuento de mohos y levaduras (200 UFC/g), seguido del tratamiento con cobertura de aceite esencial de limón (750 ufc/g),

El recuento de mohos y levaduras según el Ministerio de Salud del Ecuador según la resolución número 7992 (1991), indica que en frutas y verduras conservadas puede estar entre 1000 a 2000, pero en los resultados de la presente investigación se aprecia que están muy por debajo de estos límites permisibles validando la conservación del plátano verde con los antioxidantes evaluados

6. Vida Útil

La vida útil del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), fue determinada de acuerdo al análisis microbiológico donde se aprecia que los contenidos de microorganismos especialmente mohos y levaduras no es elevado por lo tanto la conservación resulta positiva utilizando especialmente el ácido cítrico que previene la proliferación bacteriana. Al respecto Robles, M. (2007), manifiesta que los vegetales mínimamente procesados son definidos como cualquier fruta u hortaliza que ha sido alterada físicamente a partir de su forma original, pero que mantiene su estado fresco. El verdadero reto en el desarrollo de estos nuevos productos es conseguir procesos novedosos o estrategias de conservación que permitan la obtención de alimentos seguros con sus propiedades nutricionales y características benéficas para la salud muy poco modificadas e incluso potenciadas, con la finalidad de elevar su vida útil sin detrimento de las propiedades físico químicas del producto. Las condiciones de temperatura, humedad relativa, empaque y almacenamiento, pueden prolongar la vida útil del fruto, ya que son susceptibles a daños físicos, químicos y microbiológicos.

Delgado, A (2006), indica que Los frutos frescos cortados (FFC), son un tipo de productos preparados mediante operaciones unitarias de selección, lavado, pelado, deshuesado, cortado, etc.; higienizados mediante derivados clorados, peróxido de hidrógeno, ozono, antimicrobianos naturales y otros; tratados con agentes estabilizadores de color tales como ácido ascórbico y eritórbito, retenedores de firmeza (sales de calcio) y envasados en bolsas o bandejas con la inyección de distintos sistemas gaseosos que permitan mantener una atmósfera modificada en su interior. Son conservados, distribuidos y comercializados bajo refrigeración (2-5°C) y están listos para ser consumidos durante 7 a 14 días según el producto y técnica de conservación utiliza, la finalidad de la conservación mínima del plátano verde con antioxidantes es aumentar este tiempo, lo que se ha conseguido en el presente trabajo ya que durante el tiempo de investigación, no existió proliferación bacteriana. Muchos de los cambios que se presentan durante la etapa de maduración de los plátanos afectan de manera directa en el tiempo vida útil, calidad nutricional y evaluación sensorial del producto.

C. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al efectuar el análisis económico del plátano verde (*musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío, utilizando tres tipos de antioxidantes(ácido ascórbico, ácido cítrico y citrosan), en comparación de un tratamiento testigo (sin antioxidante), para la mínima conservación, se deduce que los mejores resultados fueron alcanzados en el tratamiento T2 (citrosan), como se indica en el cuadro 8, ya que la relación beneficio costo fue de 1,41 es decir que por cada dólar invertido se espera una utilidad del 41% la misma que desciende a 1,38 y 1,28 al utilizar el tratamiento T3 y T1 respectivamente, donde se puede manifestar que los márgenes de ganancia por cada dólar fluctuaron entre 38 a 28 centavos, es obvio que en el grupo control se tendrá una mayor relación beneficio costo puesto que no incurre en el gasto de antioxidantes, sin embargo la calidad y la vida útil del producto puede ser menor, pese a presentar una relación beneficio costo de 1,49 es decir que por cada dólar invertido se es decir una ganancia del 49%.

Al indicarse márgenes de rentabilidad que bordea los 28 a 41% se considera muy alentador incursionar en este tipo de actividades industriales debido a que se soluciona un gran problema como es la maduración del producto muy rápido y no se dispone de fruta fresca para la elaboración de múltiples platillos.

Cuadro 8. EVALUACIÓN ECONÓMICA

Descripción	ANTIOXIDANTES						
	Cant	Unidad	Costo unitario	T1	T2	T3	T4
Materiales Directos							
Plátano verde	216	kg	0,6	32,4	32,4	32,4	32,4
fundas de empaque	3	ciento	13,6	3,4	3,4	3,4	3,4
Ácido Cítrico	1	Kg	6	0,00	0,00	0,00	3,60
Ácido Ascórbico	1	Kg	24	0	7,2	0	0
Citrosan	1	Kg	40	0	0	2,4	0
Suministros							
Agua Purificada	1	botellon	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1
Agua Potable	0,33	m3	3,33	0,27	0,27	0,27	0,27
Energía	15	kw/h	0,11	0,41	0,41	0,41	0,41
Gas	1	cilindro/dia	0,083	0,02	0,02	0,02	0,02
Materiales Indirectos							
Desinfectante	1/8	galon	4	0,13	0,13	0,13	0,13
Detergente	1/8	galon	4	0,13	0,13	0,13	0,13
Mano de Obra							
Obrero	1	op	12,13	3,03	3,03	3,03	3,03
Técnico	1	op	21,66	5,42	5,42	5,42	5,42
Equipos e Instalaciones							
Depreciación							
Refrigeradora	1	Unidad	2000	0,02	0,02	0,02	0,02
Empacadora	1	unidad	4000	0,12	0,12	0,12	0,12
Área de trabajo	220	m2	30000	0,27	0,27	1,64	1,64
balanza	1	unidad	400	0,14	0,14	0,14	0,14
ollas	6	unidad	30	0,02	0,02	0,02	0,02
Materiales	*	unidad	30	0,02	0,02	0,02	0,02
Sub Total			6130	45	53	48	49
Total				45,44	52,64	47,84	49,04
Costos por kg				0,84	0,85	0,94	0,91
Venta de empaque				67,50	67,50	67,50	67,50
Precio / kg				1,25	1,25	1,25	1,25
Beneficio / costo				1,49	1,28	1,41	1,38

V. CONCLUSIONES

- Luego de comparar los tres antioxidantes, las mejores características físicas – químicas se alcanzó al utilizar citrosan en plátano verde mínimamente conservado; con el mayor valor de grados Brix (5,178), y el índice de madurez más alto (38,84); con el menor daño oxidativo y pérdida de su valor comercial y nutricional.
- Los análisis de contenido de microorganismos mesófilos, determinaron que el plátano verde mínimamente conservado con ácido ascórbico presentó los valores más bajos (1,854 E+03UFC); en tanto que, el menor contenido de mohos y levaduras fue registrado en el plátano verde mínimamente conservado del grupo control; sin embargo, al utilizar citrosan comparte rangos de significancia al conteo, siendo también bajo, superando las exigencias de calidad del Codex alimentario.
- La vida útil del plátano verde mínimamente procesado con ácido ascórbico se prolonga significativamente; puesto que, en todas las etapas de observación no se aprecia crecimiento bacteriano, sinónimo de que se ha iniciado la descomposición, lo cual permite que el producto pueda ser transportado y comercializado en un tiempo más largo.
- El consumo de productos tropicales mínimamente procesados como es el plátano verde es importante desde el punto de vista económico, como una nueva alternativa de comercialización para cubrir un mercado específico. Sobre todo porque se consigue una rentabilidad económica muy atractiva ya que la relación beneficio costo fue de 1,41 al utilizar el citrosan que es el producto que mejores resultados demostraron y que indican que por cada dólar invertido se espera 41 centavos de utilidad, pese a que en el grupo control se obtuvo una relación beneficio costo de 1,49, sin embargo al no utilizar antioxidantes disminuye la vida útil del producto y de que sirve ganar más, si no resolveremos el problema de mayor conservación en estado fresco.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados expuestos se derivan las siguientes recomendaciones:

- Utilizar para la conservación del plátano verde el antioxidante Citrosan, ya que conserva su valor nutricional.
- Es recomendable que a las frutas tropicales se aplique una mínima conservación; es decir, una pequeña alteración física a partir de su forma original, para mantener su estado fresco. El verdadero reto en el desarrollo de estos nuevos productos es conseguir procesos novedosos o estrategias de conservación que permitan la obtención de alimentos seguros, sin alterar sus propiedades nutricionales y características benéficas para la salud muy poco modificadas e incluso potenciadas.
- Se requiere de más estudios en relación a la magnitud de las pérdidas de nutrientes y compuestos con capacidad antioxidante que sufren los productos tropicales para mejorar las técnicas de conservación y permitir su comercialización por un tiempo más prolongado.

VII. LITERATURA CITADA

1. ALBERLE, E. 2009. Fundamentos de la Ciencia del Alimento. Edit. Acriba Zaragoza – España. pp: 37-38.
2. ALDANA, H. 2005. Biblioteca practica de Zootecnia, tomo (3); Terranova ediciones; pp. 234, 236. México.
3. ALTKOFER, W. (2005). "Migration of nitrosamines from rubber products--are balloons and condoms harmful to the human health?". Mol Nutr Food Res.; 49(3):235-8.
4. ARCHER, D. Y KVENBERG, J. 2005. Incidence and cost of foodborne diarrheal disease in the United States. J. Food Prot., 48: 887-894.
5. BECERRA, W. 2007. Adaptación de algunos cultivares de cítricos, en su tercera temporada de crecimiento en una zona agroecológica de la Octava Región (Portezuelo). 30 p. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía, Chillán, Chile.
6. BERNAL, E. Y DIAZ, C. 2003. Tecnología para el cultivo del tomate de árbol. Rionegro: Impresos Begon Ltda. p. 130.
7. BORGES, A. 2007. Circular Técnica No. 27. O Cultivo da Banana. Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária. Brasil, Ministerio de Agricultura e do Abastecimento. 109 p.
8. CAMPRA, P. 2012. Area de tecnología de alimentos. 1a ed. Barcelona, España. Edit Limantur. Pp 56 – 59.
9. CASTAÑER, M. 2011. Laboratorio de Refrigeración y Postrecolección. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. CEBAS (CSIC). PO Box 4195,30080 murcia, Spain

10. CAYON, D. 2004. Ecofisiología y productividad del plátano (Mussa AAB Simmonds), XVI REUNIÓN INTERNACIONAL ACORBAT.
11. COX, A. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of • Hass avocado fruit. En: Postharvest Biology and Technology. Vol. 31, No. 3 (2004); p. 287-294.
12. DASUKI, M. 2002. "Productos procesados a base de bananos en Indonesia". Indonesian Agriculture Research and Development Journal. 14 (3-4): 63-65. (Extracto Musarama)
13. DURÁN, A., 2015. Conservacion de los alimentos. 1a . Chihuahua, Mexico. Edit Sarteli. pp. 12 – 17.
14. ERICKSON D. 2009. Proceedings of the World Conference on Edible Fats and Oils Processing: Basic Principles and Modern Practices". Champaign, Illinois: American Oil Chemists Society.
15. FUENTES, A. 2004. Transformación del desecho vegetal del cultivo del banano en abono natural a través de la lombriz roja californiana en Urabá. S. I., Augura.
16. GALLO, F. 2007. Manual de fisiología, patología poscosecha y control de calidad en frutas y hortalizas. Armenia: NRI, SENA, DFID; p. 406.
17. GAÑAN, P., CRUZ, J., GARBIZU, S., ARBELAIZ, A., MONDRAGÓN, I. (2004): "Stem and bunch banana fibers from cultivation wastes: Effect of treatments on physico-chemical behavior". J. Appl. Polym. Sci., 94 (4), 1489-1495.
18. GAO, X. 2009. Changes in Antioxidant Effects and their Relationship to Phytonutrients in Fruits of Sea Buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation.

19. GIL, M. 2009. Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV Gama. *Revista Horticultura*. Consultado 23 Sep 2011. Disponible <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=73131>.
20. GOÑI, I 2008. Starch hydrolysis procedure to estimate glycemic index”, *Nutr. Res.*, 17, 427.
21. HERNANDEZ, L. BELLES, A. 2007. A 3-D finite element analysis of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) fruit. Biomechanical approach for the improvement of its hullability. En: *Journal of food engineering*. Vol. 78, No. 1; p. 861-869.
22. ALMADA, H. 2017. Análisis de las propiedades físicas y organolépticas del plátano maduro. Disponible en: <http://www.consumer.es/seguridad-alimentaria>.
23. COLOMBIA. Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC). Contenido microbiológico de los alimentos procesados.
24. IZAGUIRRE, D. 2000. Efecto de la bencianminopurina (BAP) sobre la propagación in vitro de tres clones de banano (*Musa acuminata* Colla). Guatemala. 78 p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía.
25. LANA, M. y TIJSKENS, L. 2006. Modelling RGB colour aspects and translucency of fresh-cut tomatoes. En: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 40, No. 1; p. 15-25.
26. LIU, S. 2004. Effects of CO₂ on respiratory metabolism in ripening banana fruit. En: *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 33, No. 1. p. 27-34.

27. LAY, J. 2004. Bananas y plátanos para alimentar cerdos: aspectos de la composición química de las frutas y de su palatabilidad Instituto de Investigaciones Porcinas. La Habana, Cuba. Vol 11 pp 5-12G
28. MELO, E. 2004. Poliphenols, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables, Brazilian Journal of Food Technology, v.9, n.2, p. 89-94.
29. MICHÉ, B, 2001. Las condiciones sanitarias de los alimentos minimamente conservados.
30. ECUADOR, Ministerio de Salud del Ecuador. Resolución numero 7992 1991. Contenido microbiológico en las frutas y pulpas
31. JIMENES, T. 2016. Contenido microbiológico de frutas y legumbres. Disponible en el sitio web: <http://www.bristhar.com.ve>.
32. MONSALVE J. 2006. Producción de etanol a partir de la cáscara de banano y almidón de yuca Universidad de Colombia pp. 21-27
33. MUGULA, J. 2001. Producción de polvo de bananos para elaboración de bebidas no alcohólicas. Plant food for humans nutrition 45 (2): 155-163. (Extracto Musarama, 3787.
34. POLANCO, P. 2012. El plátano verde, rico en glúcidos, potasio, vitamina A y ácido fólico. Disponible en la página web: <http://elbauldelconsumidor.blogspot.com/2012/12/platano-verde-potasio-vitamina-acido.html>
35. REYES, V. 2007. Comida típica de Guayaquil. El plátano verde llegó del Asia a la mesa costeña. Disponible en la página web: <http://www.eluniverso.com/2007/10/08/0001/18/7CF4E55AEDD44C2385F5CD5985FEBAB9.html>

36. ROBLES, M. 2007. Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud.
37. RAFTARI, M. 2009. Effect of organic acids on Escherichia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus contaminated meat. The Open Microbiology Journal.3:121-127. Consultado 22 Mar 2011. Disponible en <http://www.benthamscience.com/open/tomicroj/articles/V003/121TOMICRO J.pdf>
38. RINCÓN, A. 2006. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cascara de naranja (*Citrus sinéresis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. Tesis de grado. Facultad de farmacia. Universidad de Venezuela. p. 28.
39. SIERRA, L. 2003. El cultivo del banano. Producción y comercio. Pereira: Editorial Gráficas Olímpica. p. 678.
40. SUN F. 2000. Antioxidative Activity of Propolis Evaluated by the Interaction with Vitamins C and E and the Level of Lipid Hydroperoxides in Rats J.Agric. Food Chem. USA.
41. SUNDAY, B. FOLARANMI, O. 2012. Nutrient composition and contribution of plantain (*Musa paradisiacea*) products to dietary diversity of Nigerian consumers, African Journal of Biotechnology Vol. 11(71). p. 13601-13605.
42. THOMPSON, A. 2000. Bananos. III. Variedades ugandesas de bananos y sus usos. In: Agriculture in Uganda. Tothill J. Uganda Pept of Agriculture. 116-120.
43. TORRES, V. 2006. *Vibrio cholerae* y *Escherichia coli* en lechuga fresca que se expende en mercados de la ciudad de Guadalajara. XIII Reunión Nacional de Microbiología, Higiene y Toxicología de los Alimentos. Guadalajara, Jal, México.

44. VERGARA, E. 2010. Origen e historia del plátano, *Musa paradisiaca* L. valor nutricional. (En línea), Consultado el 20/09/2016. Disponible en: <http://apiciusysuslibros.blogspot.com/2010/12/origen-e-historia-del-platano-musa.html>.
45. WILLIAMS, A. 2002. A key element in color reproduction. En: *The International Journal of Newspaper Technology*. p. 5.
46. YANG, X. 2009. Characterization of chlorophyll degradation in banana and plantain during ripening at high temperature. *Food Chemistry*. 114: 2009; p. 383-390.

ANEXOS

Anexo 1. Norma técnica para medir la calidad de los productos.

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

NORMAS TECNICAS ECUATORIANA NTE INEN 2 337:2008

**JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y
VEGETALES REQUISITOS**

PRIMERA EDICION

Valores que también se los encuentran en el *CODEX STAN 247 Página 19 de 21*

El néctar del banano debe tener un pH menor a 4,5 (determinado según NTE INEN 389).

TABLA DE ESPECIFICACIONES PARA EL BANANO

FRUTA	NOMBRE BOTANICO	Solidos solubles mínimo ^{a)} NTE INEN 380	Acidez
Banano	Musa spp	21	4,5

En grados brix a 20°C

Tabla específica para el jugo o pulpa de fruta

FRUTA	Nombre Botánico	Sólidos Solubles ^{a)} Mínimo NTE INEN 380
Acerola	<i>Malpighia sp</i>	6,0
Albaricoque (Damasco)	<i>Prunus armeniaca</i> L.	11,5
Arándano (mirtilo)	<i>Vaccinium myrtillus</i> L. <i>Vaccinium corymbosum</i> L. <i>Vaccinium angustifolium</i>	10,0
Arazá	<i>Eugenia stipitata</i>	4,8
Babaco	<i>Carica pentagona</i> Heilb	5,0
Banano	<i>Musa, spp</i>	21,0
Borojo	<i>Borojoa spp</i>	7,0
Carambola (Grosella china)	<i>Averrhoa carambola</i>	5,0
Claudia ciruela	<i>Prunus domestica</i> L.	12,0
Coco (1)	<i>Cocos nucifera</i> L.	5,0
Coco (2)	<i>Cocos nucifera</i> L.	4,0
Durazno (Melocotón)	<i>Prunus pérsica</i> L.	9,0
Frutilla	<i>Fragaria spp</i>	6,0
Frambuesa roja	<i>Rubus idaeus</i> L.	7,0
Frambuesa negra	<i>Rubus occidentalis</i> L.	11,0
Guanábana	<i>Anona muricata</i> L.	11,0
Guayaba	<i>Psidium guajava</i> L.	5,0
Kiwi	<i>Actinidia deliciosa</i>	8,0
Litchi	<i>Litchi chinensis</i>	11,0
Lima	<i>Citrus aurantifolia</i>	4,5
Limón	<i>Citrus limon</i> L.	4,5
Mandarina	<i>Citrus reticulata</i>	10,0
Mango	<i>Mangifera indica</i> L.	11,0
Manzana	<i>Malus domestica</i> Borkh	6,0
Maracuyá (Parchita)	<i>Passiflora edulis</i> Sims	12,0
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i> L.	11,5
Melón	<i>Cucumis melo</i> L.	5,0
Mora	<i>Rubus spp.</i>	6,0
Naranja	<i>Citrus sinnensis</i>	9,0
Naranjilla (Lulo)	<i>Solanum quitoense</i>	6,0
Papaya (Lechosa)	<i>Carica papaya</i>	8,0
Pera	<i>Pyrus communis</i> L.	10,0
Piña	<i>Ananas comosus</i> L.	10,0
Sandía	<i>Citrullus lanatus</i> Thunb	6,0
Tamarindo	<i>Tamarindus indica</i> L.	18,0*
Tomate de árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	8,0
Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> L.	4,5
Toronja (Pomelo)	<i>Citrus paradisi</i>	8,0
Uva	<i>Vitis spp</i>	11,0

Anexo 2. Porcentaje de acidez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

A. Análisis de datos

Tratamiento	REPETICIONES								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
T0	0,1876	0,1876	0,1072	0,1608	0,1876	0,134	0,2144	0,1876	0,134
T1	0,2144	0,1608	0,1876	0,2144	0,1876	0,1876	0,1876	0,134	0,1608
T2	0,134	0,1072	0,134	0,1608	0,1876	0,1608	0,1072	0,1072	0,134
T3	0,1072	0,134	0,0804	0,134	0,1072	0,1072	0,1072	0,1608	0,1072

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob	Sign
Total	35	0,049	0,001					
Tratamiento	3	0,023	0,008	9,65	2,90	4,46	0,0001	**
Error	32	0,026	0,001					

C. Separación de las medias por efecto del uso de distintos antioxidantes

Oxidantes	Media	Grupo
T0	0,17	a
T1	0,18	a
T2	0,14	b
T3	0,12	b

Anexo 3. Grados Brix del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

A. Análisis de datos

Tratamiento	REPETICIONES								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
T0	4,1	4,7	4,6	5,1	4,8	4,9	4,3	4	3,1
T1	5,2	5,3	4,6	4,7	4,6	3,8	5,1	4,5	4,4
T2	6,9	4,1	5,6	5,5	4,8	5,1	5,1	4,3	5,2
T3	4,1	3,9	4,32	4	3,6	4,1	4,2	3,2	3,9

B. Análisis de la varianza

Grados									
Fuente de variación	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob	Sign	
Total	35	18,420	0,526						
Tratamiento	3	7,445	2,482	7,24	2,90	4,46	0,0008	**	
Error	32	10,975	0,343						

C. Separación de las medias por efecto del uso de distintos antioxidantes

Oxidantes	Media	Grupo
T0	4,40	bc
T1	4,69	ab
T2	5,18	a
T3	3,92	c

Anexo 4. Índice de madurez del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

A. Análisis de datos

Tratamiento	REPETICIONES								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
T0	21,86	25,05	42,91	31,72	25,59	36,57	20,06	21,32	23,13
T1	24,25	32,96	24,52	21,92	24,52	20,26	27,19	33,58	27,36
T2	51,49	38,25	41,79	34,20	25,59	31,72	47,57	40,11	38,81
T3	38,25	29,10	53,73	29,85	33,58	38,25	39,18	19,90	36,38

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados								
	de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob	Sign	
Total	35	2825,586	80,731						
Tratamiento	3	992,095	330,698	5,77	2,90	4,46	0,0028	**	
Error	32	1833,490	57,297						

C. Separación de las medias por efecto del uso de distintos antioxidantes

Oxidantes	Media	Grupo
T0	27,58	b
T1	26,28	b
T2	38,84	a
T3	27,58	b

Anexo 5. Contenido de mesófilos del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

A. Análisis de datos

Tratamiento	REPETICIONES								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
T0	1100,00	2000,00	2300,00	2010,00	1920,00	2400,00	1400,00	3300,00	2600,00
T1	1500,00	1750,00	2100,00	1720,00	1680,00	2440,00	1500,00	1600,00	2400,00
T2	3100,00	3300,00	1900,00	3130,00	4000,00	2820,00	2900,00	3400,00	4000,00
T3	1550,00	2900,00	2280,00	2300,00	1900,00	2030,00	2200,00	1600,00	2700,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados		Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Fisher Prob	Sign
	de libertad	de libertad							
Total	35	18432475,000	526642,143						
Tratamiento	3	9090319,444	3030106,481	10,38	2,90	4,46	0,0001	**	
Error	32	9342155,556	291942,361						

C. Separación de las medias por efecto del uso de distintos antioxidantes

Oxidantes	Media	Grupo
T0	2114,44	b
T1	1854,44	b
T2	3172,22	a
T3	2162,22	b

Anexo 6. Contenido de mohos y levaduras del plátano verde (*Musa x paradisiaca*), mínimamente procesado y empacado al vacío utilizando tres tipos de antioxidantes para la conservación.

A. Análisis de datos

Tratamiento	REPETICIONES								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
T0	300,00	220,00	270,00	370,00	320,00	410,00	300,00	200,00	220,00
T1	330,00	410,00	480,00	260,00	350,00	270,00	310,00	410,00	430,00
T2	390,00	280,00	170,00	320,00	440,00	340,00	320,00	200,00	320,00
T3	190,00	290,00	270,00	170,00	290,00	200,00	180,00	200,00	300,00

B. Análisis de la varianza

Fuente de variación	Grados		Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fisher calculado	Fisher 0,05	Fisher 0,01	Prob	Sign
	de libertad								
Total	35		242763,889	6936,111					
Tratamiento	3		76430,556	25476,852	4,90	2,90	4,46	0,0065	**
Error	32		166333,333	5197,917					

C. Separación de las medias por efecto del uso de distintos antioxidantes

Oxidantes	Media	Grupo
T0	290,00	b
T1	361,11	a
T2	308,89	ab
T3	232,22	b